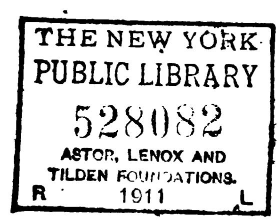


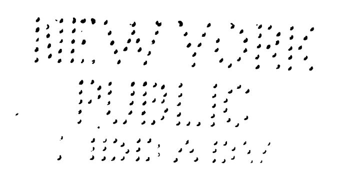






Holzstiche
aus dem xylographischen Atelier
von Friedrich Vieweg und Sohn
in Braunschweig.

Papier
aus der mechanischen Papier-Fabrik
der Gebrüder Vieweg zu Wendhausen
bei Braunschweig.



HANDBUCH

DER ALLGEMEINEN

HIMMELSBESCHREIBUNG

VOM STANDPUNKTE

DER KOSMISCHEN WELTANSCHAUUNG

DARGESTELLT VON

HERMANN J. KLEIN.

DER FIXSTERNHIMMEL,

NACH DEM

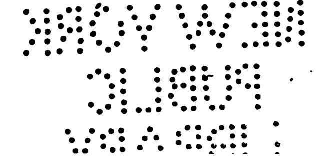
GEGENWÄRTIGEN ZUSTANDE DER WISSENSCHAFT.

MIT IN DEN TEXT EINGEDRUCKTEN HOLZSTICHEN UND EINER FARBIGEN SPECTRALTAFEL

BRAUNSCHWEIG,

DRUCK UND VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN.

1872.



DER

FIXSTERNHIMMEL

NACH DEM

GEGENWÄRTIGEN ZUSTANDE

DER

WISSENSCHAFT,

VOM

STANDPUNKTE DER KOSMISCHEN WELTANSCHAUUNG

DARGESTELLT VON

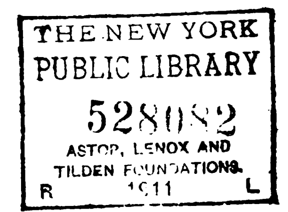
HERMANN J. KLEIN.

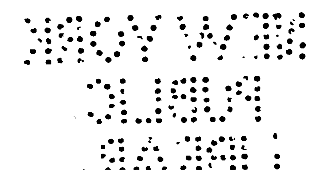
MIT IN DEN TEXT EINGEDRUCKTEN HOLZSTICHEN UND EINER FARBIGEN SPECTRALTAFEL.

BRAUNSCHWEIG,

DRUCK UND VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN.

1872.





VORREDE.

Der vorliegende zweite Band meines Handbuches der allgemeinen Himmelsbeschreibung schliesst sich bezüglich der allgemeinen Gesichtspunkte, welche bei Behandlung des wahrhaft ungeheuren, vorhandenen Materials maassgebend waren, eng an den ersten Band an.

Wenn es aber bei der Schilderung des Sonnensystems nach dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft möglich war und erstrebt wurde, eine gewisse Vollständigkeit in Aufzählung und Charakterisirung der Resultate der Beobachtung zu erreichen, so konnte dies für das Gebiet der Stellarastronomie, des wichtigsten und geradezu unerschöpflichen Feldes astronomischer Forschung, nicht angestrebt werden. Bezüglich des Fixsternhimmels liegt eine unabsehbare Menge bearbeiteten und noch unbearbeiteten Materials vor, so dass selbst eine Auswahl unter der vorhandenen Materie die grössten Schwierigkeiten darbietet. Dazu sind sehr viele, selbst der wichtigsten Arbeiten, in oft sehr schwer zugänglichen einzelnen Abhandlungen, Berichten gelehrter Gesellschaften und seltenen Werken zerstreut, so dass es grossen Zeitaufwands und ausgebreiteter Verbindungen bedarf, um allenthalben auf die Originalquellen zurückgehen zu können. In dieser Beziehung bietet die ausgezeichnet redigirte „Vierteljahresschrift der deutschen astronomischen Gesellschaft“, sowohl in ihren literarischen Berichten als in ihren eingehenden Kritiken für die wichtigeren neuen Untersuchungen, eine reiche Fundgrube. Ich glaube nicht zuviel zu behaupten, wenn ich

der deutschen astronomischen Gesellschaft und ihrer Zeitschrift mit der Zeit den entschiedensten und günstigsten Einfluss auf die Fortschritte der Astronomie, die leider von manchen hervorragenden Beobachtern noch immer sehr einseitig betrachtet wird, prognosticire.

Den Abschnitt dieses Werkes, welcher über die Spectralanalyse der Fixsterne, Sternhaufen und Nebelflecke handelt, verdanke ich der Güte des Herrn Dr. O. Buchner in Giessen. Dieser Gelehrte, der astronomischen Welt durch seine überaus reichhaltigen und gediegenen Werke über Feuermeteore und Meteorite wohl bekannt, hat in dem bezeichneten Capitel eine so reichhaltige Zusammenstellung und lichtvolle Durcharbeitung des sämmtlichen vorhandenen Materials geliefert, dass der kundige Leser schwerlich irgend etwas von selbst nebensächlicher Bedeutung hier vermissen wird; auch die Spectraltafel ist nach seinen Angaben neu ausgeführt worden.

Und so übergebe ich denn den zweiten Band meines Werkes der gütigen Nachsicht des competenten Publicums und wünsche, dass er denselben Beifall finden möge, den der erste Theil bereits gefunden hat.

Cöln.

Der Verfasser.

INHALTSVERZEICHNISS.

Astrognosie.

Indem wir vom Sonnensysteme zur Fixsternwelt, vom Individuellen zum Allgemeinen emporsteigen, betreten wir ein Gebiet, auf dem Jahrtausende hindurch die Phantasie der verschiedensten Völker mit besonderer Vorliebe ihre luftigen Gebilde errichtete: bald indem sie die leuchtenden Fixsterne zu bestimmten Gestalten gruppirte, bald indem sie solchen Gruppen gewisse Einflüsse auf den Makro- und Mikrokosmos beilegte, oder endlich Zweck und Dasein jener geheimnissvollen Lichter grübelnd zu ergründen strebte.

Bei allen Völkerstämmen, denen es ermöglicht war, über die niedrigsten Stufen der Barbarei emporzusteigen, begegnen wir den Rudimenten der Himmelskunde in einer mehr oder weniger ausgebildeten Astrognosie, die freilich häufig mit Astrolaterie verbunden erscheint. Der Fixsternhimmel hat seit jeher, und vielleicht mehr noch als die wechselnden Gestalten des Mondes oder die verschlungenen Bewegungen der Planeten, das Gemüth des ahnungsvoll aufblickenden Menschen mit dem Eindrucke des Erhabenen erfüllt.

Der Natur des Gegenstandes nach ist eine genauere Bestimmung der Zeit, wann die Fixsterne zu Bildern gruppirt und einzelne jener mit eignen Namen belegt wurden, nur ausnahmsweise möglich. So viel scheint indess sicher, dass einzelne Sterne Namen erhalten haben, ehe man sie sich als mit anderen zu Gruppen und Bildern verbunden dachte (Kosmos III, S. 97).

Die Gruppirung der Sternbilder, wie wir sie heute besitzen, ist das Resultat sehr verschiedenartiger Anschauungen und Zeiten. Nur nach und nach hat sich die Himmelssphäre mit Bildern erfüllt; aber die gegenwärtigen Bezeichnungen sind keineswegs allenthalben noch die ursprünglichen. Wenn im Buche Hiob des Orion, des Wagens und der Gluckhenne

(im Arabischen nach Aben Ragel: Dedschâdsche elsemâ maa benâthâ, Henne des Himmels mit ihren Küchlein) gedacht wird, so darf man nicht vergessen, dass dies nur die modernisirten Namen und keineswegs die ursprünglichen Bezeichnungen sind. Den Griechen war zu Homer's Zeiten das Sternbild des kleinen Bären noch nicht bekannt, erst 200 Jahre nach dem Dichter der Iliade soll Thales die kleine Bärin eingeführt haben. Nach der grössern Bärin richtete schon der Achaier Odysseus seine Fahrt von Ogygia und nach der kleinern damals auch die Phöniker ihre Fahrten in den Okeanos, woher sie den Achaiern Zinn und Sonnenstein (Elektron) mit graulichen Sagen zuführten. Wenn Thales ihren verheimlichten Leitstern zuerst den Griechen empfahl, so ward doch die phönikische Bärin, wie man sie nannte, nur von Wenigen benutzt. Anakreon gedenkt (Od. XVII, 8) beider Wagen oder Bärinnen neben den wenigen Sternbildern, die Homer kannte; und Euripides im Pirithous singt, wie der Bärinnen Paar mit geflügeltem Schwung hinfährt um den Pol (Voss, Comm. zum Aratos S. 9). Die kleinere Bärin, Kynosura, eigentlich Hundeschwanz, war dem Mythus zufolge Jagdhündin der Callisto, die als grosse Bärin oder Helike, „Dreherin", den Pol umkreist. Nach Buttmann sagte diese Bezeichnung ursprünglich weiter nichts als die Windung, der Schnörkel, wegen des liegenden *S* oder der Schlangenlinie, welche die sieben Hauptsterne des grossen Bären bilden, wenn man das, was wir Viereck nennen, als einen nach Norden zu offenen Halbkreis sich denkt (Ideler, Urspr. d. Sternnamen S. 8). Das grössere Drehgestirn, als Bärin gedacht, hatte hinter sich den Bärenhüter, Arctophylax, als Wagen vor sich den Bootes. Arcturos scheint wie Arctophylax ursprünglich das ganze Gestirn bezeichnet zu haben, bei Hesiod ist die Bezeichnung, ob dem Sterne oder dem Bilde geltend, zweifelhaft. Martianus Capella und der Scholiast des Germanicus bezeichnen mit Arcturos die ganze Constellation, aber Aratus, Eratosthenes, Geminus und Ptolemäus beschränken sie auf den hellsten Stern desselben. In den alphonsinischen Tafeln wird, dem arabisch-lateinischen Almagest folgend, das Sternbild des Bootes „Vociferans" genannt, und analog findet sich in Mahmud El-Kazwini's (aus der Mitte des 13. Jahrhunderts stammender) Gestirnbeschreibung dafür die Bezeichnung El-auwâ, „der Schreiende". Ebendaselbst führt Arctur den Namen Hâris-el-semâ, Hüter des Himmels, weil er nie in den Strahlen der Sonne verschwindet (Ideler, a. a. O. S. 46).

Der Ursprung des Thierkreisgürtels ist nach Letronne und Ideler in Chaldäa zu suchen. Lepsius glaubt, dass die Kenntniss desselben vereinzelt vielleicht schon im siebenten Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung zu den Griechen kam, dass aber die verschiedenen Bilder esrt nach und nach dort einbürgerten (Lepsius, Chronologie d. Aegypter, 1849, S. 65, 124). Diese Bilder selbst, wie wir sie heute besitzen, sind gewiss griechischen Ursprungs; das beweist die ganze Eintheilung und nicht minder der Umstand, dass sich noch Nachrichten über die Einführung verschiedener Zodiakalzeichen erhalten haben. Nach dem Zeugnisse des Plinius, das

freilich Ideler nicht sehr beweisend scheint, soll Cleostratus aus Tenedos (in der 71. Olympiade) den Widder und den Schützen in den Zodiakus gesetzt haben. Das Sternbild der Jungfrau, bald Asträa, bald Erigone oder Dike genannt, ward vielleicht von einem Bewohner der Stadt Thespeia am Helikon an den Himmel versetzt, denn Theon meldet, dass die Jungfrau am Himmel zum Ruhme dieser Stadt aufgezählt werde. Der Skorpion ward erst durch Kallistratus (nach der 60. Olympiade) Sternbild und füllte zwei der zwölf Abtheilungen aus, vielleicht in Anspielung auf die schreckhafte Grösse des Skorpions, der nach der Sage den gewaltigen Jäger Orion auf Chios tödtete. Das Ungeeignete dieser Anordnung, welche statt 12 nur 11 Bilder zuliess, scheint, nach Letronne's Vermuthung, von Hipparch erkannt und beseitigt worden zu sein, indem er an Stelle der Scheeren des Skorpions die Wage einführte. Der Scholiast des Aratus sagt: „Diese Scheeren heissen bei den Astronomen die Wage, entweder weil sie einer solchen gleichen, oder weil sie sich zu den Füssen der Jungfrau befinden; denn diese ist die Göttin der Gerechtigkeit (*Δίκη*), der die Wage als Symbol zugesellt ist.“ Ideler hält das Bild der Wage für ein uraltes, höchst wahrscheinlich aus dem Orient gekommenes Symbol der Gleichheit von Tag und Nacht. Buttmann glaubt, und Ideler stimmt ihm hierin bei, dass die *χηλαί* ursprünglich die beiden Schalen der Wage bedeutet hätten und später durch ein Missverständniss in die Scheeren des Skorpions umgewandelt wurden (Kosmos III, S. 198).

Im Kalender des Geminus wird Kalippus als der Erste genannt, der mit dem Krebs die Sommerwende, mit dem Steinbock die Winterwende bezeichnete.

Die Reihenfolge der Zodiakalzeichen begann Eudoxus mit dem Widder des Frühlingsäquinoctiums, Aratus dagegen beginnt seine poetische Beschreibung des Thierkreises mit dem Krebs, weil Meton, dessen Kalender im häuslichen Gebrauche vorwaltete, sein astronomisches Jahr von der Sonnenwende im Krebs anfing (Voss a. a. O. S. 97, 135).

In der versificirten, geistlosen, in den Thatsachen dem Eudoxus entlehnten Gestirnbeschreibung des Aratus, der um 270 v. Chr. am Hofe des Antigonus Gonatus von Macedonien lebte, kommen folgende Sternbilder der Reihe nach vor: Die beiden Bären, der Drache, der Kniende (Herkules), die Krone, der Schlangenträger, die Schlange, der Skorpion, die Skorpionsscheeren, der Bärenhüter, die Jungfrau, die Zwillinge, der Krebs, der Löwe, der Fuhrmann, der Stier, die Hyaden, der Cepheus, die Cassiopeia, die Andromeda, das Pferd (Pegasus), der Widder, die Triangel, die Fische, der Perseus, die Plejaden, die Leyer, der Vogel (Schwan), der Wassermann, der Steinbock, der Schütze, der Pfeil, der Adler, der Delphin, der Orion, der Hund, der Hase, die Argo, der Walfisch, der Fluss (Eridanus), der südliche Fisch, das Wasser oder der Guss des Wassermanns, der Altar, der Centaur, das Thier (der Wolf), die Wasserschlange, der Becher, der Rabe.

Die Abweichungen dieser Bilder von den gegenwärtig geltenden sind nur gering. Noch geringer sind dieselben in den Katasterismen des Eratosthenes; hier findet sich zuerst der Name des Schwans und das Sternbild, welchem Conon den Namen Haupthaar der Berenice gab, der Gemahlin von Philadelphus Euergetes, unter welchem Eratosthenes Vorsteher der Bibliothek des Alexandrinischen Museums war.

Die Fixsterntafel des Almagest enthält 48 Sternbilder, welche wir noch jetzt die alten nennen, 21 davon sind nördliche, 15 südliche und 12 Ekliptikalbilder. Uebrigens schliessen diese Bilder nicht allenthalben unmittelbar an einander an, sondern es bleiben Zwischenräume und Sterne in diesen, welche unförmliche genannt werden. Der Almagest hat nur wenige Eigennamen von einzelnen Sternen und Sterngruppen, nämlich folgende: Arctur, die Leyer, die Ziege, die Böckchen, der Adler, die Hyaden, die Plejaden, die Esel, Regulus (Βασιλίσκος), Vindemiatrix (Προτρυγητὴς), die Kornähe, Antares, der Hund, Canopus und Procyon. Die 48 Bilder des Almagest sind folgende:

a) Die nördlichen:

Der kleine Bär, der grosse Bär, der Drache, Cepheus, Bootes, die nördliche Krone, Herkules, die Leyer, der Schwan, Cassiopeia, Perseus, der Fuhrmann, der Schlangenträger, die Schlange, der Pfeil, der Adler, der Delphin, das kleine Pferd, Pegasus, Andromeda, das nördliche Dreieck.

b) Die Ekliptikalbider:

Widder, Stier, Zwillinge, Krebs, Löwe, Jungfrau, Wage, Skorpion, Schütze, Steinbock, Wassermann, Fische.

c) Die südlichen:

Der Walfisch, Orion, Fluss Eridanus, Hase, grosser Hund, der kleine (oder vorangehende) Hund, Schiff Argo, weibliche Wasserschlange, Becher, Rabe, Altar, Centaur, Wolf, südliche Krone, südlicher Fisch.

Die Zwischenräume und Lücken zwischen den alten Sternbildern und die Regionen um den Südpol des Himmels haben später, im Laufe der Jahrtausende, dazu gedient, die ursprüngliche Zahl der Sternbilder nach und nach fast bis auf das Dreifache zu vermehren. Obgleich Ptolemäus neben dem Haupthaare der Berenice auch das Sternbild des Antinous kannte und desselben gelegentlich erwähnte, so hat dennoch erst 1603 Tycho beide in seine Progymnasmata aufgenommen und dadurch wirklich eingeführt.

Bayer in seiner Uranometria führt um dieselbe Zeit noch folgende Bilder auf:

Phönix, Tucan, männliche Wasserschlange, Taube, Schwertfisch oder Xiphias, fliegender Fisch, südliches Kreuz, Chamäleon, Biene, südlicher Triangel, Paradiesvogel, Pfau, Indianer, Kranich.

Es ist heute nicht mehr mit Sicherheit zu entscheiden, wer die einzelnen dieser Bilder eingeführt hat. Des südlichen Kreuzes wird zuerst 1515 in einem Briefe des Florentiners Andrea Corsali gedacht. Er erwähnt dort der weissen Wolken, welche bald steigend, bald sinkend, sich

in kreisförmiger Bahn um den Südpol bewegen, und fährt dann fort: „Ueber diesen Wölkchen erscheint ein wunderbares Kreuz . . . von solcher Schönheit, dass es meines Erachtens mit keinem andern Gestirn des Himmels verglichen werden kann. Irre ich nicht, so ist dies eben das Kreuz, dessen Dante in prophetischem Geiste gedenkt." Die schöne Stelle Dante's im ersten Gesange des Purgatorio:

I' mi volsi a man destra e posi mente
All' altro polo, e vidi quattro stelle . .

beweist, dass der Vater der italienischen Poesie die vier Sterne des südlichen Kreuzes kannte, sei es nun, dass er arabische Sterngloben gesehen, oder seine Kenntniss dem Umgange mit orientalischen Reisenden aus Pisa verdankte.

Das 1624 erschienene Planisphaerium von Jacob Bartsch, dem Schwiegersohne Kepler's enthält folgende neue Sternbilder:

Die Giraffe, die Fliege, das Einhorn, den Tigris, den Jordan, den Hahn und den Rhombus.

Uebrigens hat Bartsch diese Bilder wohl schon vorgefunden und nahm sie der Vollständigkeit halber mit auf. Dass zur damaligen Zeit wohl noch manche andere Sternbilder im Volksmunde waren, geht aus einer Bemerkung Ideler's hervor, der in einem alten astrologischen Buche, das 1564 unter dem Titel: „HimmelsLauffs Wirkung und natürliche Influenz der Planeten etc." erschien die Sternbilder „der Neper" und „der Fan", nach der Abbildung ein Bohrer und eine Fahne, aufgeführt fand.

Die Sternbilder Jordan und Tigris sind schon von Hevel gestrichen worden, in dessen 1690 erschienenem Prodromus Astronomiae folgende neue Bilder vorkommen:

Die Jagdhunde Asterion und Chara, der Berg Mänalus, der Cerberus, der Fuchs mit der Gans, die Eidechse, der Luchs, der Sobieski'sche Schild, der kleine Löwe, der kleine Triangel, der Sextant.

Diese Sternbilder haben sich fast sämmtlich erhalten, während die von Augustin Royer 1679 adoptirten Constellationen der Lilie und des Scepters und der Hand der Justiz, kriechender Schmeichelei gegen Ludwig XIV. entsprungen, mit dieser verschwunden sind.

Die von Halley eingeführten Sternbilder Karl's Eiche und Herz Karl's II. bezeugen nur die bedauerliche Schwäche eines sonst unstreitig bedeutenden Mannes, ähnlich wie die folgenden von La Caille um die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts am südlichen Himmel eingeführten Bilder nur den schwächsten Theil seines 1763 erschienenen Coelum australe stelliferum bilden:

Die Bildhauerwerkstatt, der chemische Ofen, die Pendeluhr, das rhomboidische Netz, der Grabstichel, die Malerstaffelei, der Schiffscompass, die Luftpumpe, der Oktant, der Zirkel, das Winkelmaass und Lineal, das Teleskop, das Mikroskop, der Tafelberg.

In Flamsteed's von Fortin 1776 französisch edirtem Himmelsatlas findet man das Sternbild des Renthiers, von Lemonnier zum Gedächtniss der lappländischen Gradmessung eingesetzt. Derselbe französische Astronom versuchte der peruanischen Gradmessung in dem Einsiedlervogel (ziemlich wenig passend) ein Denkmal zu setzen.

In Bode's „Vorstellung der Gestirne etc. 1782" findet sich das schon 1688 von Gottfried Kirch vorgeschlagene Brandenburgische Scepter, ferner der (1777 von Poczobut in Wilna projectirte) Poniatowskische Stier. Das Sternbild „Friedrichs Ehre" ist 1787 von Bode erdacht und im Astron. Jahrbuche für 1790 näher beschrieben worden.

Lalande hat 1775 den Erntehüter, Messier, als neues Sternbild eingeführt, um Messier's Verdienste zu ehren, ebenso 1795 den Mauerquadranten, um das Andenken an das Instrument zu erhalten, mit dem sein Neffe den Grund zum ersten grossen Fixsterncataloge legte. Im Jahre 1798 schlug Lalande das Sternbild des Luftballs vor und liess schliesslich auch ein Sternbild der Katze auf die von ihm (und Mechain) veranstaltete Ausgabe des Flamsteed'schen Atlasses stechen. Die Sternbilder Georgsharfe und Herschel's Teleskop wurden 1789 von Hall vorgeschlagen, während Buchdruckerwerkstatt und Elektrisirmaschine von Bode eingeführt worden sind.

Im Jahre 1841 hat Sir John Herschel in einer eignen Abhandlung die Gründe für eine Abänderung der Begrenzungen und Nomenclatur der Sternbilder, besonders des Südhimmels entwickelt. Später ist dieser berühmte Astronom, wie es scheint mit Recht, von diesem Projecte, das die Verwirrung nur noch steigern würde, abgekommen. Mit Recht klagt dagegen Olbers über das Unpassende der neueren Sternbilder (Schumacher's Jahrbuch 1840, S. 238) und bemerkt unter anderm, dass „um für Friedrichs Ehre am Himmel Raum zu geben, die Andromeda ihren rechten Arm an eine andere Stelle legen müsste, als derselbe seit dreitausend Jahren eingenommen."

Erst der allerneuesten Zeit ist es vorbehalten geblieben, bezüglich der Sternbilder definitive Entscheidungen treffen zu können. Die Deutsche astronomische Gesellschaft hat sich dahin erklärt, nur diejenigen Sternbilder anzuerkennen, welche sich in Argelander's neuer Uranometrie aufgenommen finden. Eine anmuthige Belebung des nächtlichen Himmelsgewölbes bietet die willkührliche und vielfach unzweckmässige Eintheilung desselben in Constellationen, deren Grenzen durch Nichts bezeichnet werden, in keiner Weise. Wenn jene Belebung überhaupt durch eine Benennung hervorgerufen werden kann, so knüpft sie sich gewiss mehr an die Hervorhebung und Namensbezeichnung der hellsten Sterne, unter denen z. B. der Name Sirius eine ganze Fluth historischer und astronomischer Erinnerungen ins Gedächtniss zurückruft, während das Sternbild des grossen Hundes als solches gar keine Bedeutung beanspruchen kann.

Der Weltraum und was ihn erfüllt.

Philosophische Betrachtungen sowohl als die Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen, die Resultate der mit den mächtigsten Teleskopen unternommenen Streifzüge durch den Sternenhimmel, zwingen zu der Annahme, dass der Weltraum unendlich, schrankenlos ist. Zeit und Raum strömen allenthalben in der Natur dem Forscher in unermesslicher Fülle entgegen. Nur einzelne Theile des Weltraumes sind messbar geworden und bloss eine kurze Spanne Zeit hat sich in den exacten Forschungen als messbar verflossen gezeigt. Aber wenn auch die Unendlichkeit des Weltraumes, die Unbegrenztheit der physischen Möglichkeit der Existenz von Körpern in jeder beliebigen Distanz von einem gewählten Anfangspunkte, nicht geleugnet werden kann; so unterliegt doch der weitere, häufig gezogene Schluss, dass der unendliche Raum auch von einer unendlichen Anzahl von Weltkörpern erfüllt sei, grossen und begründeten Bedenken. Auf dem ganzen Gebiete der beobachtenden und rechnenden Astronomie zwingt keine einzige Thatsache zu der Annahme einer unendlichen Menge von Himmelskörpern, vielmehr verlangt die Harmonie der himmlischen Bewegungen weit eher eine begrenzte, wenn auch immerhin unfassbar grosse Menge von Weltkörpern.

Es sind vielfach und von den verschiedenartigsten Gesichtspunkten aus Vermuthungen über das ausgesprochen worden, was die Himmelsräume zwischen den eigentlichen Weltkörpern erfüllt und was gegenwärtig sehr unbestimmt und vieldeutig mit dem Ausdrucke Aether bezeichnet wird. Schon die Alten nahmen einen „Weltäther“ an; bei den indischen Naturphilosophen wird derselbe als ein Fluidum von unendlicher Feinheit, welches das ganze Weltall durchdringt, bezeichnet und, merkwürdig genug, neben dem Anreger des Lebens auch als Träger des Schalls anerkannt. Nach Professor Buschmann bedeutet das Sanskritwort âschtra für Aether: Luftkreis, und seiner Wurzel as, asch, wird die Bedeutung

glänzen, leuchten beigelegt. Die Identificirung der Wirkung der Luft und des Aethers trifft man nicht mehr bei Anaxagoras und Empedocles, welche den Aether über der Atmosphäre annehmen und denselben keineswegs bis zum Erdboden herabreichen lassen. Aber was beide Philosophen unter ihrem Aether verstehen, bleibt dunkel. Schon Aristoteles sagt: „Der sogenannte Aether hat eine uralte Benennung, welche Anaxagoras mit dem Feuer zu identificiren scheint: denn die obere Region sei voll Feuer; und jener hielt es mit dieser Region so, dass er sie für Aether ansah; darin hat er auch Recht. Denn den ewig im Lauf begriffenen Körper scheinen die Alten für etwas von Natur Göttliches angesehen und deshalb Aether genannt zu haben: als eine Substanz, welche bei uns nichts Vergleichbares hat."

Wenn die Alten durch mehr oder weniger grundlose Speculationen zu der Annahme eines ätherischen Fluidums gelangten, so ist dagegen die moderne Wissenschaft auf dem Wege der exacten Messung und Rechnung zu der Annahme eines die Welträume erfüllenden Fluidums von sehr bedeutender Feinheit gelangt. Die der Zeit proportionale Vergrösserung der mittlern täglichen Bewegung des Kometen von 1200 Tagen Umlaufszeit, welche Olbers und Encke auf die Annahme eines die Himmelsräume erfüllenden „widerstehenden Mittels" führte, würde für dessen Existenz durchaus beweisend sein, wenn nicht gerade die Kometen Weltkörper von so eigenthümlicher Constitution wären, dass es durchaus nicht im Gebiete der Unwahrscheinlichkeit liegt, in ihnen Processe vor sich gehend anzunehmen, die einen wahrnehmbaren Einfluss auf die Tangentialgeschwindigkeit des ganzen Körpers ausüben. Professor Förster bemerkt: „Gewiss wird Niemand die letzte grössere Abhandlung über den Kometen im astronomischen Jahrbuche für 1861 ohne den Eindruck gelesen haben, dass in der für 22 Umläufe zwischen 1785 und 1858 mit grosser Mühe und Feinheit abgeleiteten starken Verkürzung der Umlaufszeit ein Resultat vorliegt, welches die grösste Beachtung verdient, und welches man nicht durch blosse Vermuthungen über den Einfluss von logischen Irrthümern in den Störungsrechnungen entkräften kann. Aber die Führung des positiven Nachweises von der Unzulänglichkeit der blossen Gravitationstheorie zur Erklärung jener Erscheinung wird dennoch einer Verstärkung durch eine neue, völlig unabhängige und kritische Durchführung aller Encke'schen Störungsrechnungen unabweislich bedürfen. Die Resultate der bisherigen mechanischen Integrationen werden selbst in demjenigen Zeitraum (1819 bis 1848), in welchem sie zwar formell erschöpfend durchgeführt, aber nicht durch unabhängige Wiederholung geprüft sind, mit Bedenken behaftet sein, welche durch die unvermeidliche Anhäufung der kleinen Irrthümer gerade solcher Rechnungen hervorgerufen werden. Viel grösser sind aber die von Encke selbst hervorgehobenen Schwächen des Verfahrens zwischen 1785 und 1819 und nach 1848" (Vierteljahrschrift d. astr. Ges. II, 2, S. 124 bis 125).

Die successive Abnahme der halben grossen Axe der Bahn beim

Encke'schen Kometen kann, trotzdem derselbe in seinem Perihel der Sonne nur wenig näher kommt als Merkur und im Aphel die Entfernung des Jupiter nicht erreicht, auf den hemmenden Einfluss eines Fluidums zurückgeführt werden, das in der Nähe der Sonne das Maximum seiner Dichte erlangt. Freilich hat sich in der Bewegung des Merkur, der im Perihel eine noch bedeutendere Annäherung an die Sonne erreicht als Encke's Komet, etwas Aehnliches nicht gezeigt, was der überwiegend bedeutendern planetarischen Masse zugeschrieben wird. Wie dem aber auch immerhin sein möge, jedenfalls ist es nicht gestattet, dasselbe unfassbar feine Fluidum, welches der Träger der Schwingungen des Lichtes und der strahlenden Wärme ist, identisch anzunehmen mit demjenigen, das hemmend die Bahn eines Kometen zu verengen vermag. Ersteres ist gewiss durch den ganzen Weltraum verbreitet, letzteres kann man sich als jedem Sonnensysteme individuell angehörend und dasselbe bis zu einer gewissen Distanz in abnehmender Dichte (vergleichbar der Atmosphäre um Herschel's Nebelsterne) umhüllend vorstellen. Der gegenwärtige Zustand der Wissenschaft verbietet in keiner Weise die Annahme einer solchen Hypothese. Die Extinction des Sternenlichtes in den Himmelsräumen, auf deren Nachweis aus Struve's Rechnungen in einem spätern Capitel dieses Werkes näher eingegangen wird, könnte aber möglicher Weise von der Absorption in einem Fluidum anderer Art herrühren, als die Abnahme der halben grossen Axe der Bahn des Encke'schen Kometen. Findet diese Extinction vielleicht in den Aether selbst statt, der die Schwingungen von Licht und Wärme radiirend fortträgt? Noch ist der Hypothese hier freier Spielraum gestattet. Derselbe Aether ist aber gewiss der Träger elektromagnetischer Strömungen, durch welche ferne Weltkörper mit einander in vielfachen, bis jetzt nur sehr fragmentarisch erkannten Verbindungen stehen. Lorenz hat, von den durch Kirchhoff nachgewiesenen Gesetzen für die Bewegung der Elektricität in Körpern von constantem Leitungsvermögen ausgehend, gezeigt, dass solche elektrische Ströme möglich sind, welche sich in jeder Weise wie die Schwingungen des Lichtes verhalten, d. h. winkelrecht auf der Richtung ihrer Fortpflanzung stehen. Derselbe Gelehrte hat aus den Versuchen Kirchhoff's und Weber's über die Bewegung der Elektricität, auf rein theoretischem Wege einen Werth (41 950 geographische Meilen in der Secunde) für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes abgeleitet, der in bemerkenswerther Weise den anderweitig hierfür gefundenen Werthen nahekommt. Ebenso ergibt die Untersuchung, dass alle guten Leiter der Elektricität die Lichtstrahlen in hohem Grade absorbiren, ferner, dass durchsichtige Körper schlechte Elektricitätsleiter sind: was alles mit der empirischen Forschung übereinstimmt. Nimmt man hierzu das von demselben Gelehrten erlangte Resultat, dass man umgekehrt aus den bekannten Gesetzen des Lichtes auch diejenigen der elektrischen Ströme ableiten kann, so ergibt sich hieraus die wichtige Folgerung, dass die Schwingungen des Lichtes selbst elektrische Ströme sind. Des Einflusses von

Sonne und Mond auf den Erdmagnetismus wurde bereits im ersten Bande dieses Werkes gedacht; allein wenn auch in dieser Beziehung eine Einwirkung des Fixsternhimmels nicht füglich als bemerkbar gedacht werden kann, so gilt dies doch in keiner Weise von der strahlenden Wärme, welche die Fixsterne uns zusenden.

Fourier und Poisson haben sich viel mit der Temperatur des Weltraums, der Wärmestrahlung der Fixsterne und der Absorption dieser Wärme beim Durchlaufen der Aetherschichten beschäftigt. Diese Untersuchungen haben ein hohes wissenschaftliches Interesse, aber den speciellen Zahlenwerthen welche als Resultate derselben erscheinen, muss man billig misstrauen. Schon die mangelhafte Uebereinstimmung dieser Zahlenwerthe bezeugt ihr geringes Gewicht.

Fourier kommt 1822 in seiner berühmten „Theorie analytique de la chaleur“ zu dem Ergebnisse, dass die Temperatur der Himmelsräume noch etwas unter dem grössten Kältegrade liege, welchen man bis jetzt in den Polargegenden beobachtet hat. Diese Schlussfolgerung kann wissenschaftlich nicht angefochten werden, allein die Angabe von — 50° C. bis — 60° C. für die Temperatur des Weltraumes ist ziemlich willkührlich. Diesem Resultate kommt übrigens das Ergebniss ziemlich nahe, welches Swanberg 1830 aus einer Untersuchung über die Strahlenbrechung zog. Er findet die Temperatur des Weltraums zu — 50,3° C. Poisson kommt auf theoretischem Wege zu einem Werthe von nur — 13° C. und behauptet, dass der Weltraum wärmer als die äussersten Schichten unserer Atmosphäre sein müsse, eine Ansicht, die den schwierigsten theoretischen Bedenken unterliegt.

Die actinometrischen Versuche Pouillet's haben diesen Physiker zu einem Werthe von — 142° C. für die Temperatur des Weltraums geführt. Diese grauenvoll niedrige Temperatur würde doch gleichwohl noch um 131° C. über demjenigen Punkte liegen, den die moderne Physik als den absoluten Nullpunkt der Temperatur zu bezeichnen pflegt. (Compt. rend. VII, p. 25 bis 65.)

Wie dem aber auch immer sein möge, jedenfalls kann die Behauptung Saigey's: dass wenn die Himmelsräume nicht eine gewisse Wärme (die er auf — 65° C. berechnet) besässen, die Atmosphäre unserer Erde eine Erkaltung erleiden müsste, deren Grenze man nicht zu berechnen vermöchte, nicht bestritten werden. (Saigey Physique du Globe p. 77.)

Poisson's Ansicht, dass wegen der ungleichen Vertheilung der wärmestrahlenden Sterne die verschiedenen Regionen des Weltraumes eine sehr verschiedene Temperatur haben, ist nicht zu bestreiten; aber schwerlich kann man dem genannten grossen Mathematiker beipflichten, wenn er diese Temperaturextreme so weit ausgedehnt wissen will, um dadurch die innere Erdwärme zu erklären.

Die Entdeckung der merkwürdigen Thatsache, dass die Wärme einzelner Fixsterne trotz der ungeheuren Entfernung, welche jene Weltkörper von der Erde trennt, noch durch unsere Instrumente wahrgenommen

werden kann, verdankt die Wissenschaft dem Scharfsinne und der Thätigkeit von Huggins. Diese Entdeckung ist um so merkwürdiger, als man allgemein das Vorurtheil hegte, dass die Wärmestrahlung der Fixsterne im Vergleich zu derjenigen des Mondlichtes verschwindend gering sein müsse. Huggins bediente sich zu seinen Messungen eines astatischen Galvanometers, dessen Empfindlichkeit dadurch möglichst erhöht wurde, dass die magnetische Kraft beider Nadeln beständig gleich erhalten wurde. Das Maximum der Empfindlichkeit erhielt sich dauernd, wenn beim Gebrauche des Apparates die Nadeln des Instrumentes senkrecht zum magnetischen Meridiane standen, und war so bedeutend, dass der schwache, thermoelektrische Strom, der entsteht, wenn man zwischen Daumen und Zeigefinger die beiden Enden von Kupferdrähten verschiedener Sorten hält, die Nadeln um 90 Grad ablenkte. Die bei Beobachtung der Sternwärme zur Verwendung gekommenen thermoelektrischen Säulen bestanden aus 1 oder 2 Elementen; für den Mond wurden hingegen 24 Elementenpaare in Anwendung gebracht. Die Säule befand sich im Innern einer Pappröhre, die von einer andern umgeben wurde, während der Zwischenraum zwischen beiden mit Baumwolle angefüllt war. Andere sehr sinnreiche Vorrichtungen hielten jede seitliche Wärmeeinwirkung ab. Das Licht der Fixsterne wurde mittels eines achtzölligen Refractors concentrirt und die vordere Fläche der Säule befand sich genau im Brennpunkte der Objectivlinse. Die Beobachtungen geschahen stets erst, nachdem der Apparat viele Stunden hindurch vollständig zu den Untersuchungen fertig gestanden und die Wärme sich allenthalben gleich verbreitet hatte, bis die Nadel in einer constanten Lage sehr nahe bei Null verharrte. Bei den eigentlichen Beobachtungen wurde das Fernrohr mit Hülfe des Suchers zuerst in die Nähe des zu beobachtenden Fixsternes gebracht und so lange mittels eines Uhrwerks in dieser Lage gelassen, bis die Nadel keinerlei Ablenkung zeigte. War dies mehrere Minuten lang nicht der Fall, so wurde der Refractor rasch auf den ausgewählten Stern gerückt, so dass dessen Bild auf die Thermosäule fiel. Das Uhrwerk hielt das Bild in dieser Lage fortwährend und man beobachtete dann etwa 5 Minuten hindurch den Ausschlag der Nadel. Dann drehte man das Fernrohr wieder von dem Sterne fort und die Nadel ging auf ihren ursprünglichen Stand zurück. Solcher Beobachtungen wurden an einem und demselben Sterne mehrere Nächte hindurch jedesmal 10 bis 12 angestellt. Die mittleren Ablenkungen der Nadel waren für

Sirius	2^0
Pollux	$1^1/_2{}^0$
Regulus	3^0
Arctur	$3^1/_4{}^0$
Castor	0^0

Das nämliche Instrument, welches zur Erkennung der Sternwärme von Huggins verwandt wurde, zeigte beim Vollmonde bisweilen deutliche Wärmewirkungen, bisweilen aber blieben dieselben aus.

Am 13. Januar 1870 hat Stone der Royal Society die Resultate weiterer Untersuchungen, welche er auf der Sternwarte Greenwich über die Wärme der Fixsterne angestellt hat, vorgelegt. Es ergab sich bei diesen, mittels eines Thermomultiplicators ausgeführten Beobachtungen, dass die Wärmemenge, welche uns Arctur zusendet, weit beträchtlicher ist als diejenige, die von Wega ausstrahlt, ein weiterer Beweis, dass die Wärmequantität in keiner directen Beziehung zur scheinbaren Helligkeit der Fixsterne steht. Man kann nach den Untersuchungen von Stone die Wärmestrahlung des Arctur bei einer Höhe des Sternes von 25° über dem Horizonte etwa derjenigen gleichsetzen, welche ein mit siedendem Wasser angefüllter Leslie'scher Würfel von 3 Zoll Seite in 400 Yards Entfernung hervorbringt. Die Wärme von Wega würde etwa derjenigen gleich zu stellen sein, welche derselbe Würfel in 600 Yards Entfernung hervorbringt, sie ist also bloss $^{4}/_{9}$ von derjenigen des Arctur. Dieser letztere Stern ist roth, während das Licht der Wega weiss ist, und Stone glaubt, dass die wärmenden Strahlen des Spectrums (diejenigen gegen das rothe Ende hin) in der Atmosphäre der Wega stärker absorbirt werden als auf dem Arctur.

Photometrische Reihung der Fixsterne.

Von den Sternbildern, ihren vielfach unpassenden Gruppirungen und Benennungen, wenden wir uns zu der photometrischen Reihung der Fixsterne, die sie enthalten. Von Hipparch's Zeiten, vielleicht sogar seit den Tagen seiner Vorgänger Timocharis und Aristyllus, bis auf Herschel und Steinheil, also während eines langen Zeitraumes von mehr als 2000 Jahren, sind die Helligkeitsverhältnisse der Fixsterne Gegenstand von meist nur oberflächlichen Schätzungen gewesen.

In dem Hipparchisch-Ptolemäischen Sternverzeichnisse werden die dem blossen Auge sichtbaren Fixsterne in sechs Classen oder Grössenordnungen unterschieden und die, schwächer als die sechste Grösse leuchtenden, dunkle Sterne genannt. Diese ungemein mangelhaften Schätzungen wurden unter dem sternkundigen Ulugh Beig von Abdurrahman Sufi revidirt und durch Einführung von drei Unterabtheilungen (kleine, mittlere und grosse Sterne jeder Classe) verfeinert. Allein auch hiermit war nur ein geringer Fortschritt angebahnt und noch mehr als dreihundert Jahre lang, blieb der Willkühr in der Helligkeitsbezeichnung der dem blossen Auge sichtbaren Fixsterne ein weites Feld offen. Erst der ältere Herschel versuchte, auch nach dieser Richtung hin, zuverlässigere Methoden und Resultate zu geben. In seiner achten Abhandlung von 1817 gibt William Herschel folgende Beschreibung seines photometrischen Verfahrens, das er „Gleichstellung des Sternlichtes“ nennt:

„Von zehn in hohem Grade vollendeten Spiegeln wählte ich zwei von gleichem Durchmesser und gleicher Brennweite aus und stellte sie in zwei ganz ähnlich zugerichtete, siebenfüssige Teleskope. Nachdem beide vollständig fertig waren, richtete ich sie mit einer Vergrösserung von 118 auf einen und denselben Stern und fand, dass nicht bloss das Licht dieses Sternes, sondern auch jedes andern in beiden vollkommen gleich erschien. Die beiden Instrumente waren bei den Beobachtungen eines nahe vor das

andere gestellt und so dicht bei einander, dass kaum etwas mehr als eine Secunde Zeit erfordert wurde, um von einem in das andere zu sehen. Diese bequeme Stellung der Instrumente ist von grosser Wichtigkeit. Der Lichteindruck des einen Sternes muss so schnell als möglich dem Eindrucke des andern Sternes folgen, und diese wechselseitige Betrachtung muss mehrmals wiederholt werden, um die kleine Ueberwucht zu entfernen, welche immer der letzte Anblick eines hellen Gegenstandes über den unmittelbar vorhergehenden hat."

„Bei der Vergleichung des Lichtes zweier Sterne miteinander legte ich das Princip zum Grunde, dass keine Schätzung, sondern nur das Urtheil über vollkommene Gleichheit stattfinden solle. Da ferner die gleiche Wirkung beider Werkzeuge entschieden war, so berechnete ich die Durchmesser mehrerer Oeffnungen, die ich einem der Teleskope, das als Maassstab diente, geben müsste, damit das andere — welches ich das gleichstellende nannte — mit seiner ganzen, unbeschränkten Oeffnung gebraucht werden könnte, um mancherlei Sterne zu untersuchen, bis sich einer fand, dessen Licht vollkommen gleich war dem Lichte des Sternes, auf welchen das Maassstab-Teleskop gerichtet war. — Bei Berechnung einer Reihe von Oeffnungen für den genannten Zweck nahm ich keine auf, die weniger als ein Viertel Licht gab; denn bei einer grössern Zusammenziehung der Oeffnungen am Spiegel würde die Zunahme der falschen scheinbaren Durchmesser das Urtheil über die Lichtgleichheit einem möglichen Irrthum aussetzen. — Diese Methode der Gleichstellung des Sternenlichtes, so leicht sie auch erscheinen mag, ist dessen ungeachtet grossen Schwierigkeiten unterworfen. Denn da die Helligkeit eines Sternes durch seine Lage bedingt ist, in Anbetracht des umgebenden Lichtes des Himmels, so sollten die Sterne, welche man gleichstellen will, womöglich in derselben Gegend stehen. Wenn die Sonne tief unter dem Horizonte ist, so hat dies keine so grossen Folgen auf sich, als die Höhe der gleichzustellenden Sterne, welche so nahe als möglich der Höhe des als Maassstab angenommenen Sternes sein muss. Bei grossen Höhen kann eine Differenz derselben wohl zugelassen werden; sind die gleichzustellenden Sterne aber weit von einander entfernt, so muss auf die Umstände gleicher Beleuchtung des Himmels und gleicher Reinheit der Luft immer Rücksicht genommen werden."

Herschel hat seine photometrische Methode nur in sehr beschränktem Maasse zur Bestimmung der relativen Lichtintensitäten der Fixsterne angewandt. Folgendes sind die Resultate für einzelne Sterne, die er im August und December 1803 sowie im Februar 1814 erhielt:

$$\left.\begin{array}{l}\alpha \text{ Andromeda}\\ \alpha \text{ Kleiner Bär}\\ \gamma \text{ Grosser Bär}\\ \delta \text{ Cassiopeia}\end{array}\right\} = {}^1/_4 \text{ der Lichtmenge von } \alpha \text{ Bootes.}$$

48 Fl. Pegasus	=	1/4	der Lichtmenge von	α Andromeda
70 Fl. „	=	1/4	„ „ „	β Pegasus
β Fuhrmann, β Stier	=	1/4	„ „ „	α Fuhrmann
ζ Stier, ζ Fuhrmann	=	1/4	„ „ „	β Stier
e Perseus, H Zwillinge	=	1/4	„ „ „	ζ Fuhrmann
d „	=	16/25	„ „ „	H Zwillinge
β Stier	=	1/4	„ „ „	α Leyer
α Kleiner Hund	=	36/49	„ „ „	α Fuhrmann
α Kleiner Hund	=	16/49	„ „ „	α Grosser Hund

Zahlreichere photometrische Untersuchungen hat später John Herschel bei seinem Aufenthalte am Cap der guten Hoffnung angestellt. Er bediente sich dabei eines sogenannten Astrometers, bei dem das von einer stark convexen Linse erzeugte und durch innere Reflexion an einem Glasprisma ins Auge gesandte Bild des Mondes in verschiedenen Entfernungen zu einem hellern oder schwächern Sterne concentrirt wurde, der als Vergleichstern diente. Uebrigens war John Herschel von den Ergebnissen seiner Methode nicht zufriedengestellt, wozu theilweise auch die von ihm benutzte unrichtige Reductionsformel für die verschiedenen Mondphasen beitrug, so dass er schliesslich den Jupiter statt des Mondes als Vergleichungsmire vorschlug. (Recknagel, Lambert's Photometrie, München 1861, S. 33).

Photometrische Bestimmungen Sir John Herschel's mittels des Astrometers.

	1836. März 28.			α	Leporis	4,0717	(1)	δ	Canis	4,1244	(1)
	Sirius	2,4454	(1)	ζ	Argus	4,0743	(1)	ε	Argus	4,1313	(1)
	Arcturus	2,9484	(1)	η	Canis	4,1562	(1)	λ	„	4,1763	(1)
	Riegel	3,2371	(2)	π	Argus	4,1973	(1)	δ	„	4,2423	(1)
α	Orionis	3,3945	(1)	ι	Orionis	4,2083	(1)	ι	„	4,3305	(1)
ε	Canis	3,7490	(1)		März 30.			μ	„	4,3835	(1)
γ	Argus	3,8287	(1)		Sirius	2,8755	(2)	κ	„	4,4984	(1)
δ	Canis	3,9056	(1)	α	Centauri	3,3386	(2)	γ	Trianguli	4,5072	(1)
δ	Argus	3,9123	(1)	β	„	3,5490	(1)	β	„	4,5158	(1)
ε	Orionis	3,9304	(1)		Procyon	3,5721	(2)	υ	Argus	4,6608	(1)
λ	Argus	3,9554	(1)		Spica	3,8223	(1)		März 31.		
β	Canis	3,9744	(1)	η	Argus	3,8998	(1)	α	Centauri	3,5987	(4)
κ	Orionis	3,9910	(3)	α	Trianguli	3,9895	(2)	β	„	4,0055	(6)
ζ	„	3,9991	(1)	ε	Canis	4,0043	(1)	α	Crucis	4,0891	(3)
δ	„	4,0522	(1)	β	Argus	4,1023	(1)	β	„	4,1896	(7)

Photometrische Bestimmungen Sir John Herschel's mittels des Astrometers.

Stern	Helligkeit	Gewicht
April 1.		
α Centauri	3,8292	(8)
β „	4,1800	(6)
α Crucis	4,2274	(5)
β „	4,3599	(6)
γ „	4,4233	(5)
April 3.		
α Centauri	3,5631	(12)
β „	3,8972	(16)
α Crucis	3,9496	(29)
η Argus	4,0844	(5)
β Crucis	4,1511	(9)
γ „	4,2234	(3)
λ Scorpii	4,2354	(7)
α Trianguli	4,2463	(14)
ϑ Scorpii	4,3654	(5)
ε Sagittarii	4,3728	(5)
σ „	4,4689	(7)
γ Centauri	4,5069	(4)
ε „	4,5093	(4)
α Muscae	4,5992	(3)
April 4.		
α Centauri	3,2782	(9)
Arctur	3,4807	(4)
α Crucis	3,7126	(6)
β Centauri	3,8015	(7)
η Argus	3,9388	(5)
β Crucis	3,9573	(5)
γ „	4,0734	(6)
ε Sagittarii	4,2076	(4)
α Trianguli	4,2257	(3)
σ Sagittarii	4,2835	(5)
γ Corvi	4,4851	(5)
γ Virginis	4,5106	(5)
δ Corvi	4,5756	(2)
April 7.		
α Centauri	2,8627	(1)
Arctur	3,0713	(3)
α Crucis	3,2770	(2)
β Centauri	3,2869	(3)
Spica	3,3368	(5)
April 26.		
Sirius	2,5023	(3)
Procyon	3,4717	(7)
Spica	3,7116	(4)
β Crucis	3,7501	(2)
ε Canis	3,8765	(4)
γ Crucis	3,9133	(4)
δ Canis	3,9463	(2)
β Canis	3,9713	(4)
γ Centauri	4,0984	(2)
ε „	4,1199	(5)
ζ „	4,2219	(2)
β Corvi	4,2692	(3)
δ Crucis	4,3346	(2)
April 27.		
α Centauri	3,3000	(3)
Antares	3,6692	(3)
β Centauri	3,6902	(5)
α Crucis	3,6964	(4)
β „	3,8610	(7)
η Argus	3,8922	(3)
λ Scorpii	4,0129	(2)
γ Crucis	4,0294	(9)
ϑ Scorpii	4,0668	(3)
β Argus	4,1100	(2)
ε „	4,1138	(2)
δ „	4,1584	(2)
λ „	4,1868	(1)
ι „	4,2477	(1)
ε Scorpii	4,2734	(2)
δ Scorpii	4,2984	(4)
κ Argus	4,3637	(1)
γ Trianguli	4,4558	(1)
δ Crucis	4,5201	(2)
α Circini	4,5756	(1)
Juni 29.		
α Centauri	3,6650	(4)
β „	3,9825	(3)
α Crucis	4,0749	(4)
ϑ Centauri	4,4761	(2)
α Lupi	4,6121	(3)
Juli 22.		
α Centauri	3,0412	(6)
Arcturus	3,1765	(4)
α Lyrae	3,4265	(3)
β Centauri	3,4807	(5)
α Aquilae	3,5778	(2)
α Trianguli	3,8143	(4)
α Pavonis	3,9463	(3)
γ Centauri	4,0614	(3)
β Corvi	4,2345	(2)
Juli 24.		
α Centauri	3,3768	(5)
β „	3,7897	(4)
α Aquilae	3,7916	(3)
Fomalhaut	3,9780	(4)
α Gruis	4,2042	(2)
α Pavonis	4,2943	(3)
γ Aquilae	4,4375	(2)
δ Capricorni	4,4558	(3)
Juli 26.		
α Centauri	3,6042	(5)
α Eridani	3,9462	(5)
Antares	4,0029	(3)
β Centauri	4,0285	(3)
α Aquilae	4,0520	(6)

Photometrische Bestimmungen Sir John Herschel's mittels des Astrometers.

	Fomalhaut	4,1462	(3)	α	Gruis	4,1822	(3)	o^2	Canis	4,6107	(1)
α	Gruis	4,3427	(8)	ϑ	Scorpii	4,2428	(4)		November 25.		
α	Trianguli	4,3580	(3)	α	Pavonis	4,2860	(3)	α	Orionis	3,5015	(3)
α	Pavonis	4,4208	(3)		November 19.			γ	Orionis	3,8790	(1)
β	Gruis	4,4575	(3)		Sirius	2,6444	(2)		December 17.		
β	Ceti	4,5437	(3)		Canopus	3,0565	(4)		Sirius	2,5105	(1)
α	Lupi	4,5995	(2)		Rigel	3,5563	(2)	α	Orionis	3,3848	(4)
α	Phoenicis	4,6004	(3)	α	Eridani	3,6608	(3)	ε	„	3,8840	(2)
	August 22.				Fomalhaut	3,9426	(5)	ζ	„	3,9600	(2)
α	Eridani	3,7501	(4)	ε	Canis	4,0828	(4)		December 26.		
β	Ceti	4,1596	(6)	α	Gruis	4,1656	(2)	α	Crucis	3,7385	(4)
α	Phoenicis	4,3187	(3)	δ	Canis	4,2030	(3)	η	Argus	3,8926	(4)
	August 23.			β	Gruis	4,2121	(3)	β	Crucis	3,8956	(3)
α	Aquilae	3,9404	(8)	β	Canis	4,2518	(3)				
	Fomalhaut	4,0682	(6)	η	Canis	4,3405	(2)				

In neuester Zeit hat Zöllner die astrometrischen Messungen Sir John Herschel's genauer untersucht und kommt zu dem Ergebnisse, dass dieselben eine grössere Genauigkeit besitzen als man ihnen bisher zuschrieb. Jene Bestimmungen sind zudem die einzigen, durch welche bis jetzt die Sterne der nördlichen Hemisphäre mit denjenigen der südlichen in Verbindung gesetzt werden können. Ich habe daher nach dem Plane des gegenwärtigen Werkes: die Resultate der astronomischen Beobachtungen bis zur Gegenwart in systematischer Darstellung zu geben, die Messungen Herschel's in der obigen Tafel mitgetheilt. Um aus den dort gegebenen Zahlen den Logarithmus des Helligkeitsverhältnisses zweier Sterne zu finden, hat man nur die den entsprechenden Sternen beigesetzten Werthe von einander zu subtrahiren. So würde sich z. B. aus den Beobachtungen vom 28. März für $\log \frac{\text{Sirius}}{\text{Arcturus}}$ die Zahl 0,5030 ergeben, d. h. Sirius wäre 3,18 mal heller als Arctur. Hierbei ist jedoch zu bemerken, dass bei allen diesen Beobachtungen der Einfluss der von der Höhe über dem Horizonte abhängigen Lichtabsorption auf die Helligkeit ganz unberücksichtigt geblieben ist (vergl. Zöllner, Photom. Unters. S. 175).

In den Outlines of Astronomy gibt John Herschel eine Tafel der Helligkeit von 190 Sternen erster bis dritter Grösse. „Zu diesen Grössenbestimmungen der Sterne ist der berühmte Astronom," wie Galle im dritten Bande von Humboldt's Kosmos erläutert, „durch beobachtete Reihen-

folgen ihrer Helligkeit und Verbindung dieser Beobachtungen mit den durchschnittlichen, gewöhnlichen Grössenangaben gelangt, wobei insbesondere die Angaben des Catalogs der Astronomical Society vom Jahre 1827 zu Grunde gelegt sind. Die eigentlichen photometrischen Messungen mehrerer Sterne mittels des Astrometers sind bei dieser Tafel nicht unmittelbar benutzt, sondern haben nur im Allgemeinen gedient, um zu sehen, wie die gewöhnliche Scale (1., 2., 3. u. s. w. Grösse) sich zu den wirklichen Lichtquantitäten der einzelnen Sterne verhält. Dabei hat sich denn das allerdings merkwürdige Resultat gefunden, dass unsere gewöhnlichen Sterngrössen (1., 2., 3. u. s. w.) ungefähr so abnehmen, wie wenn man einen Stern erster Grösse nach und nach in die Entfernungen 1., 2., 3. u. s. w. brächte, wodurch seine Helligkeit nach photometrischem Gesetz die Werthe 1, $^1/_4$, $^1/_9$, $^1/_{16}$ . . . erlangen würde. Um aber die Uebereinstimmung noch grösser zu machen, sind unsere bisherigen Sterngrössen nur um etwa eine halbe Grösse (genauer 0,41) zu erhöhen, so dass ein Stern 2,00ter Grösse künftig 2,41ster Grösse genannt wird, ein Stern 2,5ter Grösse künftig 2,91ster Grösse etc. Sir John Herschel schlägt daher diese „photometrische“ (erhöhte) Scale zur Annahme vor.“ Das Herschel'sche Verzeichniss von Sterngrössen nach der gewöhnlichen und photometrischen Scale ist folgendes.

Sterne erster Grösse.

Stern	gew.	phot.	Stern	gew.	phot.
Sirius	0,08	0,49	α Orionis	1,0	1,43
Canopus	0,29	0,70	α Eridani	1,09	1,50
α Centauri	0,59	1,00	Aldebaran	1,1	1,5
Arcturus	0,77	1,18	β Centauri	1,17	1,58
Rigel	0,82	1,23	α Crucis	1,2	1,6
Capella	1,0	1,4	Antares	1,2	1,6
α Lyrae	1,0	1,4	α Aquilae	1,28	1,69
Procyon	1,0	1,4	Spica	1,38	1,79

Sterne zweiter Grösse.

Stern	gew.	phot.	Stern	gew.	phot.
Fomalhaut	1,54	1,95	γ Crucis	1,73	2,14
β Crucis	1,57	1,98	ε Orionis	1,84	2,25
Pollux	1,6	2,0	ε Canis	1,86	2,27
Regulus	1,6	2,0	λ Scorpii	1,87	2,28
α Gruis	1,66	2,07	α Cygni	1,90	2,31

Sterne zweiter Grösse.

Stern	gew.	phot.	Stern	gew.	phot.
Castor	1,94	2,35	α Hydrae	2,30	2,71
ε Ursae (var.)	1,95	2,36	δ Canis	2,32	2,73
α Ursae (var.)	1,96	2,37	α Pavonis	2,33	2,74
ζ Orionis	2,01	2,42	γ Leonis	2,34	2,75
β Argus	2,03	2,44	β Gruis	2,36	2,77
α Persei	2,07	2,48	α Arietis	2,40	2,81
γ Argus	2,08	2,49	σ Sagittarii	2,41	2,82
ε Argus	2,18	2,59	δ Argus	2,42	2,83
η Ursae (var.)	2,18	2,59	ζ Ursae	2,43	2,84
γ Orionis	2,18	2,59	β Andromedae	2,45	2,86
α Triang. austr.	2,23	2,64	β Ceti	2,46	2,87
ε Sagittarii	2,26	2,67	λ Argus	2,46	2,87
β Tauri	2,28	2,69	β Aurigae	2,48	2,89
Polaris	2,28	2,69	γ Andromedae	2,50	2,91
ϑ Scorpii	2,29	2,70			

Sterne dritter Grösse.

Stern	gew.	phot.	Stern	gew.	phot.
γ Cassiopeiae	2,52	2,93	α Coronae	2,69	3,10
α Andromedae	2,54	2,95	γ Ursae	2,71	3,12
ϑ Centauri	2,54	2,95	ε Scorpii	2,71	3,12
α Cassiopeiae	2,57	2,98	ζ Argus	2,72	3,13
β Canis	2,58	2,99	β Ursae	2,77	3,18
ϰ Orionis	2,59	3,00	α Phoenicis	2,78	3,19
γ Geminorum	2,59	3,00	ι Argus	2,80	3,21
δ Orionis	2,61	3,02	ε Bootis	2,80	3,21
Algol (var.)	2,62	3,03	α Lupi	2,82	3,23
ε Pegasi	2,62	3,03	ε Centauri	2,82	3,23
γ Draconis	2,62	3,03	η Canis	2,85	3,26
β Leonis	2,63	3,04	β Aquarii	2,85	3,26
α Ophiuchi	2,63	3,04	δ Scorpii	2,86	3,27
β Cassiopeiae	2,63	3,04	ε Cygni	2,88	3,29
γ Cygni	2,63	3,04	η Ophiuchi	2,89	3,30
α Pegasi	2,65	3,06	γ Corvi	2,90	3,31
β „	2,65	3,06	α Cephei	2,90	3,31
γ Centauri	2,68	3,09	η Centauri	2,91	3,32

Sterne dritter Grösse.

Stern	gew.	phot.	Stern	gew.	phot.
α Serpentis	2,92	3,33	α Can. venat.	3,22	3,63
δ Leonis	2,94	3,35	β Ophiuchi	3,23	3,64
κ Argus	2,94	3,35	δ Cygni	3,24	3,65
β Corvi	2,95	3,36	ε Persei	3,26	3,67
β Scorpii	2,96	3,37	η Tauri (?)	3,26	3,67
ζ Centauri	2,96	3,37	β Eridani	3,26	3,67
ζ Ophiuchi	2,97	3,38	ϑ Argus	3,26	3,67
α Aquarii	2,97	3,38	β Hydri	3,27	3,68
π Argus	2,98	3,39	ζ Persei	3,27	3,68
γ Aquilae	2,98	3,39	ζ Herculis	3,28	3,69
δ Cassiopeiae	2,99	3,40	ε Corvi	3,28	3,69
δ Centauri	2,99	3,40	ι Aurigae	3,29	3,70
α Leporis	3,00	3,41	γ Ursae min.	3,30	3,71
δ Ophiuchi	3,00	3,41	η Pegasi	3,31	3,72
ζ Sagittarii	3,01	3,42	β Arae	3,31	3,72
η Bootis	3,01	3,42	α Toucani	3,32	3,73
η Draconis	3,02	3,43	β Capricorni	3,32	3,73
π Ophiuchi	3,05	3,46	ρ Argus	3,32	3,73
β Draconis	3,06	3,47	ζ Aquilae	3,32	3,73
β Librae	3,07	3,48	β Cygni	3,33	3,74
γ Virginis	3,08	3,49	γ Persei	3,34	3,75
μ Argus	3,08	3,49	μ Ursae	3,35	3,76
β Arietis	3,09	3,50	β Triang. Cor.	3,35	3,76
γ Pegasi	3,11	3,52	π Scorpii	3,35	3,76
δ Sagittarii	3,11	3,52	β Leporis	3,35	3,76
α Librae	3,12	3,53	γ Lupi	3,36	3,77
λ Sagittarii	3,13	3,54	δ Persei	3,36	3,77
β Lupi	3,14	3,55	ψ Ursae	3,36	3,77
ε Virginis (?)	3,14	3,55	ε Aurigae (var.)	3,37	3,78
α Columbae	3,15	3,56	σ Scorpii	3,37	3,78
ϑ Aurigae	3,17	3,58	ι Orionis	3,37	3,78
β Herculis	3,18	3,59	γ Lyncis	3,39	3,80
ε Centauri	3,20	3,61	ζ Draconis	3,40	3,81
δ Capricorni	3,20	3,61	α Arae	3,40	3,81
δ Corvi	3,22	3,63	π Sagittarii	3,40	3,81

Sterne dritter Grösse.

Stern	gew.	phot.	Stern	gew.	phot.
π Herculis	3,41	3,82	ϑ Ursae	3,45	3,86
β Can. min (?)	3,41	3,82	ζ Hydrae	3,45	3,86
ζ Tauri	3,42	3,83	γ "	3,46	3,87
δ Draconis	3,42	3,83	β Triang. austr.	3,46	3,87
μ Geminorum	3,42	3,83	ι Ursae	3,46	3,87
γ Bootis	3,43	3,84	η Aurigae	3,46	3,87
ε Geminorum	3,43	3,84	γ Lyrae	3,47	3,88
α Muscae	3,43	3,84	η Geminorum	3,48	3,89
α Hydri (?)	3,44	3,85	γ Cephei	3,48	3,89
τ Scorpii	3,44	3,85	κ Ursae	3,49	3,90
δ Herculis	3,44	3,85	ε Cassiopeiae	3,49	3,90
δ Geminorum	3,44	3,85	ϑ Aquilae	3,50	3,91
γ Orionis	3,45	3,86	σ Scorpii	3,50	3,91
β Cephei	3,45	3,86	τ Argus	3,50	3,91

Wenn man die photometrische Grösse eines Sternes quadrirt, so hat man das umgekehrte Verhältniss seiner Lichtmenge zu der von α Centauri. Was die Genauigkeit der Herschel'schen Bestimmungen anbelangt, so haben hierfür die späteren Baobachtungen von Heis eine schöne Bestätigung geliefert. Dieser Gelehrte hat nämlich bei seinen langjährigen Bestimmungen der Fixsternhelligkeiten nach Graden, eine Anzahl von 52 Sternen ausgewählt, dieselben sehr häufig und sorgfältig beobachtet und hieraus Bestimmungen der Helligkeit in Graden abgeleitet, die sehr nahe als normal gelten können. (Heis De magnit. numeroque stellarum.)

Die Heis'schen Helligkeitsbestimmungen sind folgende.

Stern	Grösse nach Argelander	Grade nach Heis	Stern	Grösse nach Argelander	Grade nach Heis
ϑ Urs. min.	6,5	5,0	φ Draconis	4,5	11,7
4 Fl. Urs. min.	5	5,5	ε Urs. min.	4,5	12,1
η Urs. min.	5	7,0	σ Herculis	4,5	12,5
μ Draconis	5	7,3	ψ Draconis	4,5	13,2
ι "	5	9,0	ϑ "	4,3	13,9
5 Fl. Urs. min.	5,4	10,0	ζ Cassiopeiae	4	14,5

Stern	Grösse nach Argelander	Grade nach Heis	Stern	Grösse nach Argelander	Grade nach Heis
ζ Urs. min.	4,5	10,3	7 Lacertae	4	14,8
δ " "	4,5	11,2	φ Herculis	4	15,6
κ Draconis	3,4	16,0	γ Bootis	3,2	24,4
ε "	4	16,2	δ Cygni	3	24,7
τ Herculis	3,4	16,4	β Draconis	3,2	26,8
χ Ursae	4	16,9	δ Cassiopeiae	3	27,8
α Draconis	3,4	17,2	Cor. Caroli	3	28,8
λ "	3,4	17,4	η Draconis	3,2	30,0
ι Herculis	3,4	17,6	γ Ursae	2,3	32,2
ξ Draconis	3,4	18,2	β "	2,3	33,2
ε Cassiopeiae	3,4	18,8	γ Cygni	3,2	34,1
ι Cephei	4,3	19,2	β Cassiopeiae	2,3	34,2
η Herculis	3	19,5	γ Draconis	2,3	35,1
δ Ursae	3,4	19,6	γ Cassiopeiae	2	36,5
ι Draconis	3	20,5	α Urs. min.	2	37,6
ζ Cephei	4,3	20,6	β " "	2	38,6
β "	3	20,8	ζ Ursae	2	39,6
ζ Draconis	3	21,9	η "	2	41,4
γ Urs. min.	3	22,6	α "	2	43,4
δ Draconis	3	23,6	ε "	2	44,4

Von diesen Sternen befinden sich 19 gleichzeitig auch in dem Herschel'schen Verzeichnisse. Die Reduction der Heis'schen Grade auf Herschel's photometrische Scale ergibt, nach Hinweglassung der drei offenbar veränderlichen Sterne δ Draconis und β und ζ Ursae, eine Uebereinstimmung bis auf weniger als 0,1 der Herschel'schen photometrischen Grösse. Trotz dieser Uebereinstimmung haften den Bestimmungen Herschel's hinsichtlich der eigentlichen Lichtquantitäten der Fixsterne aber doch sehr beträchtliche Ungenauigkeiten an, wie dies die späteren Messungen Seidel's mittels des Steinheil'schen Prismenphotometers gezeigt haben.

Obgleich im Allgemeinen die Beschreibung astronomischer Instrumente nicht in den Plan des gegenwärtigen Werkes fällt, so möge doch hier bei der Einrichtung der beiden hauptsächlichsten Instrumente der Gegenwart zur exacten Bestimmung der Lichtquantitäten des Fixsternlichtes näher verweilt werden, einestheils wegen des hohen Interesses das der Gegenstand besitzt, dann aber auch, weil gerade den Bestimmungen der Lichtintensitäten der Fixsterne von vielen Beobachtern bisher leider nur ein geringes Interesse geschenkt wurde. Und doch knüpfen sich an genaue

und umfassende Arbeiten in dieser Richtung Resultate, an Wichtigkeit vergleichbar jenen, die durch Untersuchungen mittels der grössten Fernrohre in den Tiefen der Himmelsräume erlangt werden!

Steinheil's Prismenphotometer, zuerst beschrieben in der von der Göttinger Societät der Wissenschaften 1835 gekrönten Preisschrift „Elemente der Helligkeitsmessung am Sternhimmel", löste zuerst das Problem der directen Helligkeitsmessung von Fixsternen in einer Weise, mit der man sich vorläufig begnügen konnte. Aus Beobachtungen an künstlichen Sternen leitete Steinheil den wahrscheinlichen Fehler einer Bestimmung zu $^1/_{106}$ ab; doch fand später Seidel bei wirklichen Messungen von Fixsternen, dass die Fehlergrenzen viel weiter gesetzt werden müssen, da der wahrscheinliche Fehler im Mittel $^1/_{12}$ betrug.

Seidel gibt in seinen „Untersuchungen über die gegenseitigen Helligkeiten der Fixsterne erster Grösse" im Wesentlichen folgende Beschreibung des Instrumentes:

„Der wesentliche Grundgedanke besteht darin, dass man Lichtflächen mit einander vergleicht, welche man von den Sternen statt der leuchtenden Punkte im Fernrohre erhält, wenn das Ocular desselben gegen die gewöhnliche Stellung weit nach Aussen oder nach Innen verschoben wird. — Betrachtet man nach einem hellern Sterne einen dunklern, so wird, da sein Licht an sich schon schwächer ist, schon eine geringere Verschiebung des Oculars aus seiner gewöhnlichen Stellung denselben matten Glanz geben, auf welchen die des hellern Sternes erst durch eine grössere Verstellung des Oculars reducirt wird. Man überzeugt sich leicht davon, dass die Helligkeiten der Sterne direct proportional sind den Quadraten der Verstellungen des Oculars (von derjenigen Stellung aus gerechnet, in welcher das Auge ein deutliches Bild des Sternes sieht), durch welche bewirkt wird, dass beide Scheiben gleich intensiv erleuchtet erscheinen. Um sich davon zu vergewissern, dass diese Bedingung erfüllt ist, ist es nothwendig, dass man beide zugleich unmittelbar neben einander im Auge hat. Dies wird dadurch bewirkt, dass durch-vollständige Reflexion an den Hypothenusenflächen zweier rechtwinkliger Glasprismen die Strahlen von beiden Sternen parallel in das Fernrohr geworfen werden, welches senkrecht auf die Ebene des durch beide Sterne gelegten grössten Kreises gestellt ist. Jedes Prisma speist mit dem Lichte des Sternes, dem es zugekehrt ist, die eine Hälfte des Objectivs, welches wie beim Heliometer mitten durchgeschnitten ist. — Beide Objectivhälften können unabhängig von einander dem Oculare genähert oder von demselben entfernt werden. Die Lichtscheiben, in welche man auf solche Weise die Bilder der Fixsterne verwandelt, würden halbe Kreise sein, wenn das Licht frei auf die beiden Objectivhälften fiele. Es befindet sich aber zwischen den Prismen und dem Objectiv für jede Hälfte des letztern eine Art von Diaphragma, so dass immer ein dreieckig begrenzter Raum der Objectivhälfte von dem Sterne erleuchtet wird. Die Lichtfläche, welche man bei Ver-

schiebung des Objectivs sieht, wird daher gleichfalls immer von einem Dreieck begrenzt. Bringt man beide Dreiecke mit den Hypothenusen an einander und macht sie durch passende Verstellung der Objectivhälften gleich hell, sowie durch geeignete Stellung der dreieckigen Oeffnung gleich gross, so bilden sie zusammen ein gleichmässig erleuchtetes Quadrat."

Von den beiden Prismen ist das eine geeignet beweglich, so dass beliebige Sterne mit einander combinirt und gemessen werden können. Die ungleiche Durchsichtigkeit der beiden Prismen wird einfach und leicht durch Vergleichung eines und desselben Sternes in beiden bestimmt.

Das ist in Kürze die Einrichtung des Instrumentes, mit welchem Ludwig Seidel in den Jahren 1844, 1845, 1846 und 1848 die Lichtquantitäten der in unserer Hemisphäre sichtbaren Fixsterne erster Grösse bestimmte.

Als grösster Uebelstand zeigte sich bei diesen Messungen, dass mittels des Prismenphotometers die Lichtmengen kleiner Sterne gar nicht bestimmt werden können. Kaum gelang es Seidel mit dem von Steinheil selbst construirten Instrumente, das ein Objectiv von 15,5 Linien Oeffnung besitzt, Sterne der dritten Grösse einigermaassen genau zu messen. Sehr grosse Objective sind aber aus nahe liegenden Gründen hier nicht wohl anwendbar, während anderseits gerade die Helligkeitsbestimmung der lichtschwachen Fixsterne (und Planeten) von bedeutendem Interesse ist. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, schlug ich 1863 das einfachere Verfahren vor, durch Ausziehen der Ocularröhre eines gewöhnlichen kleinen Fernrohres, die Verschwindungspunkte von Sternscheiben auf dem Himmelsgrunde zu bestimmen, wo dann die Lichtquantitäten der verglichenen Sterne den Quadraten der Verschiebungen proportional sind. Hierbei wird, genau wie bei einer früher von Arago vorgeschlagenen Methode, die Helligkeit des Himmelsgrundes als constante Vergleichungsmire angewandt. Die Beobachtungen zeigen, dass dieses Verfahren für Sterne, die nahe bei einander stehen, vollkommen zulässig ist.

Das ausgezeichnetste Instrument zur Bestimmung der Lichtquantitäten der Fixsterne ist das von Zöllner construirte Astrophotometer. Seine erste Anwendung verdankt es einer auf die Helligkeitsbestimmung der Fixsterne bezüglichen Preisausschreibung der Wiener Akademie im Jahre 1855.

Das Hauptprincip in der Construction des Astrophotometers besteht in der Herstellung künstlicher Sterne von constanter Helligkeit, die durch Spiegelung auf demselben Hintergrunde wie das Bild des natürlichen Sternes erscheinen und deren Lichtintensität und Farbe durch Drehung zweier Nicol'schen Prismen und einer Bergkrystallplatte den natürlichen völlig gleich gemacht werden können. Die relativen Lichtquantitäten zweier auf diese Weise gemessener Sterne verhalten sich dann wie die Quadrate des Sinus des an dem Intensitätskreise abgelesenen Drehungs-

winkels. Dieses Photometer bietet durch Anbringung an genügend kraftvollen Fernrohren die Möglichkeit von Helligkeitsmessungen selbst der kleinsten Sterne. Schon gegenwärtig hat es wichtige Resultate ergeben bezüglich der Albedo der Hauptplaneten; auf die Resultate der photometrischen Messungen an Fixsternen werden wir weiter unten noch zurückkommen.

Schon oben wurde hervorgehoben, dass im Allgemeinen die (photometrischen) Grössen der Sterne so abnehmen, wie wenn man einen Stern erster Grösse nach und nach in die Entfernung 1, 2, 3 u. s. w. brächte, wodurch seine Helligkeit die Werthe 1, $^1/_4$, $^1/_9$ etc. erhielte. Die genaueren Grössenbestimmungen besonders von Argelander haben unter Anwendung der Photometer von Steinheil und Zöllner die Möglichkeit geboten, die wahren Helligkeitsverhältnisse der aufeinander folgenden Grössenclassen zu bestimmen. Die nachfolgende, von Rosén gegebene Zusammenstellung enthält die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen über diesen Gegenstand. Das mittlere Helligkeitsverhältniss der aufeinanderfolgenden Grössenclassen zeigt die Columne β.

Sterne			Die Grössenschätzungen sind von	Instrument	Beobachter
Grössen	Zahl	β			
1. bis 4.	26	0,283	Verschiedenen	Steinheil's Photometer	Steinheil
2. „ 4.	175	0,286	Argelander	„ „	Seidel
2. „ 4.	27	0,278	„	„ „	„
4. „ 10.	78	0,236	Johnson, Lucas	Heliometer	Johnson
1. „ 10.	—	0,243	Verschiedenen	—	„
—	—	0,240	„	—	Pogson
4. „ 9,5.	132	0,252	Argelander	—	Stampfer
1. „ 6.	108	0,228	„	Zöllner's Photometer	Zöllner
2. „ 6.	158	0,231	„	„ „	„
2. „ 4.	27	0,243	„	„ „	„
5. „ 9,5.	21	0,271	Argel. Schönfeld Krüger	„ „	Rosén „
5. „ 9,5.	89	0,240	„	„ „	„

Die Helligkeitsverhältnisse für einzelne Grössenclassen der Bonner Durchmusterung findet Rosén (Stud. und Mess. am Zöllner'schen Astrophotometer. Petersburg 1869) wie folgt:

Grösse	Helligkeitsverhältniss
5. bis 6.	0,244
6. „ 7.	0,244
7. „ 8.	0,231
8. „ 9.	0,239

Diese Resultate liefern einen neuen Beweis für die ungemeine Genauigkeit und das richtige Helligkeitsverhältniss der Bonner Grössenclassen.

Ich gebe nun in den beiden folgenden Tafeln Zusammenstellungen der Resultate, welche Seidel und Zöllner bei ihren photometrischen Beobachtungen für eine grössere Anzahl von Fixsternen erlangt haben. Gleichwie beide thätige Beobachter sich bei ihren Arbeiten durchaus verschiedener Instrumente bedienten, so ist auch die Anordnung, in welcher sie die von ihnen erhaltenen Resultate veröffentlichten, eine wesentlich verschiedene. Seidel bezieht seine sämmtlichen photometrischen Angaben auf einen Normalstern, Wega in der Leier, dessen Helligkeit = 1,000 gesetzt wird. Zöllner hingegen betrachtet die Helligkeiten (und Farben) aller Sterne als Functionen der Zeit und setzt daher streng genommen alle Sterne als veränderlich voraus; er verwirft durchaus das Verfahren, Beobachtungen zu Mittelwerthen zu combiniren, die an verschiedenen Abenden angestellt wurden. Im Princip ist Zöllner's Anschauung durchaus correct; aber in Wirklichkeit sind die meisten Sterne, nach den andauernden Untersuchungen besonders von Argelander und Heis, innerhalb der Grenzen unserer Wahrnehmbarkeit, für den Zeitraum von mehreren Jahren durchaus als unveränderlich zu betrachten.

Ludwig Seidel's Verzeichniss von 206 Fixsternen, deren Helligkeit photometrisch gemessen ist.

Name des Sternes	Logarithmus der Helligkeit	Name des Sternes	Logarithmus der Helligkeit
Sirius	0,632	Castor	9,409
Wega	0,000	7 Orionis	9,408
Rigel	9,997	β Tauri	9,360
Capella	9,913	ζ Orionis	9,344
Arcturus	9,900	ε Ursae majoris	9,330
Procyon	9,845	η Ursae majoris	9,313
Altair	9,690	ε Orionis	9,281
Spica	9,686	β Aurigae	9,249
Beteigeuze	9,555	γ Geminorum	9,234
Fomalhaut	9,531	α Persei	9,229
Regulus	9,513	κ Orionis	9,207
Deneb	9,492	β Canis majoris	9,205
ε Canis majoris	9,490	δ Canis majoris	9,197
Aldebaran	9,482	α Andromedae	9,190
Antares	9,464	ζ Ursae majoris	9,182
Pollux	9,461	α Ophiuchi	9,160

Ludwig Seidel's Verzeichniss von 206 Fixsternen, deren Helligkeit photometrisch gemessen ist.

Name des Sternes	Logarithmus der Helligkeit	Name des Sternes	Logarithmus der Helligkeit
β Leonis	9,152	2α Librae	8,849
α Ursae majoris	9,145	γ Pegasi	8,849
γ Cassiopeiae	9,143	δ Corvi	8,839
Algol	9,140	β Canis minoris	8,837
α Coronae	9,120	γ Virginis	8,834
δ Orionis	9,114	δ Cassiopeiae	8,824
α Ursae minoris	9,101	ε Pegasi	8,816
β Ursae majoris	9,076	η Tauri	8,815
β Ceti	9,059	ε Cygni	8,814
α Arietis	9,051	ε Persei	8,800
γ Andromedae	9,038	η Bootis	8,799
γ Ursae majoris	9,029	δ Cygni	8,793
γ Leonis	9,019	α Serpentis	8,790
α Hydrae	9,017	ζ Tauri	8,788
β Cassiopeiae	9,007	ζ Persei	8,778
γ Cygni	8,994	δ Draconis	8,755
η Canis majoris	8,990	γ Ursae minoris	8,752
β Andromedae	8,981	ζ Herculis	8,751
ϑ Aurigae	8,979	η Draconis	8,748
β Ursae minoris	8,974	ζ Aquilae	8,743
α Pegasi	8,973	δ Persei	8,741
α Cephei	8,967	β Cephei	8,736
δ Leonis	8,964	β Herculis	8,733
α Cassiopeiae	8,957	ι Draconis	8,732
η Ophiuchi	8,942	ε Virginis	8,722
ζ Ophiuchi	8,936	β Trianguli	8,716
α Ceti	8,931	β Draconis	8,704
β Librae	3,919	γ Persei	8,699
ε Bootis	8,916	η Pegasi	8,699
γ Draconis	8,912	γ Aquilae	8,698
β Arietis	8,897	ι Aurigae	8,697
β Pegasi	8,889	β Ophiuchi	8,694
12 Canum venaticorum	8,875	ζ Draconis	8,692
ι Orionis	8,868	ι Ursae majoris	8,678

Ludwig Seidel's Verzeichniss von 206 Fixsternen, deren Helligkeit photometrisch gemessen ist.

Name des Sternes	Logarithmus der Helligkeit	Name des Sternes	Logarithmus der Helligkeit
β Cygni	8,676	α Trianguli	8,531
γ Lyrae	8,667	α Herculis	8,528
δ Herculis	8,667	η Cassiopeiae	8,524
ϑ Aquilae	8,661	π Herculis	8,524
γ Bootis	8,656	γ Cephei	8,511
η Orionis	8,656	ε Hydrae	8,510
ε Aurigae	8,644	η Virginis	8,510
λ Orionis	8,642	o Ursae majoris	8,499
λ Ursae majoris	8,640	40 Lyncis	8,498
ε Leonis	8,638	δ Andromedae	8,498
κ Ophiuchi	8,634	γ Serpentis	8,486
ϑ Ursae majoris	8,632	o Leonis	8,476
ϑ Leonis	8,631	δ Virginis	8,472
δ Ursae majoris	8,625	β Bootis	8,471
ζ Hydrae	8,622	ϑ Geminorum	8,471
ψ Ursae majoris	8,619	δ Bootis	8,466
β Aquarii	8,617	α Piscium	8,466
δ Aquilae	8,607	η Cephei	8,463
ε Geminorum	8,607	η Geminorum	8,460
ε Cassiopeiae	8,605	β Serpentis	8,459
β Lyrae	8,604	ζ Cassiopeiae	8,458
λ Tauri	8,598	ι Cephei	8,456
μ Ursae majoris	8,594	μ Herculis	8,454
μ Geminorum	8,578	κ Geminorum	8,448
λ Aquilae	8,575	ε Serpentis	8,447
ζ Virginis	8,572	β Virginis	8,445
δ Aquarii	8,568	β Coronae	8,443
ζ Leonis	8,563	ζ Bootis	8,442
γ Ceti	8,551	ϑ Pegasi	8,439
ζ Cygni	8,549	η Herculis	8,424
κ Ursae majoris	8,544	ε Aquarii	8,417
η Leonis	8,539	α Aquarii	8,414
ζ Pegasi	8,536	72 Ophiuchi	8,413
δ Geminorum	8,535	α Pegasi	8,407

Ludwig Seidel's Verzeichniss von 206 Fixsternen, deren Helligkeit photometrisch gemessen ist.

Name des Sternes	Logarithmus der Helligkeit	Name des Sternes	Logarithmus der Helligkeit
γ Coronae	8,404	ξ Herculis	8,305
κ Draconis	8,404	η Aquarii	8,277
γ Arietis	8,403	ξ Draconis	8,273
δ Serpentis	8,396	ε Delphini	8,248
γ Herculis	8,396	ϱ Herculis	8,247
ζ Cephei	8,395	λ Draconis	8,245
τ Herculis	8,391	μ Bootis	8,206
α Draconis	8,384	ϑ Herculis	8,194
ο Herculis	8,382	γ Delphini	8,172
ϑ Cephei	8,381	ε Lyrae	8,165
γ Sagittae	8,362	e Herculis	8,155
ε Herculis	8,360	ι Ophiuchi	8,131
38 Lyncis	8,356	ν Herculis	8,043
β Delphini	8,355	? Draconis	7,932
ζ Aquarii	8,343	κ Delphini	7,783
γ Aquarii	8,337	Anon. Pegasi Piazzi . .	
δ Ceti	8,334	XXI, 321	7,685
β Aquilae	8,316	34 Bootis	7,672
ι Leonis	8,315	λ Lyrae	7,562
ι Herculis	8,308		

Catalog der im Jahre 1860 von Zöllner photometrisch gemessenen Fixsterne.

Name des Sternes	Lichtmenge	Wahrsch. Fehler	Name des Sternes	Lichtmenge	Wahrsch. Fehler
ω Persei	1,000		α Ursae maj.	3,782	0,055
ϱ "	3,659	0,043	β "	2,138	0,031
β Cassiop.	1,000		α Persei	1,000	
γ "	1,067	0,015	ϱ "	3,063	0,045
β "	1,000		ϰ "	2,258	0,033
γ "	1,097	0,016	ν "	2,042	0,030
γ "	1,000		ϑ Aurigae	1,000	
δ "	0,6218	0,0128	α "	9,218	0,134
ε "	0,3102	0,0064	β "	1,608	0,023
γ "	1,000		ω Persei	1,000	
δ "	0,6697	0,0138	ϱ "	2,913	0,030
ε "	0,3122	0,0064	π "	0,6499	0,0067
ω Persei	1,000		ϰ "	2,116	0,022
β " var.	9,375	0,136	λ "	1,000	
ϱ "	3,005	0,044	δ "	2,980	0,043
ϰ "	2,236	0,032	μ "	1,169	0,017
δ "	1,000		ε "	1,137	0,017
γ "	1,070	0,015	ω "	1,000	
α "	2,858	0,042	ϱ "	3,144	0,032
ε "	1,061	0,015	π "	0,5596	0,0576
δ Aurigae	1,000		ϰ "	2,542	0,026
β "	1,692	0,025	ω "	1,000	
α Persei	1,000		ϱ "	2,824	0,041
β " var.	8,212	0,120	π "	0,6619	0,0096
ϱ "	2,768	0,040	ϰ "	1,914	0,028
ϰ "	2,036	0,029	λ "	1,000	
δ "	1,000		δ "	3,385	0,049
γ "	1,034	0,015	μ "	1,210	0,018
α "	2,763	0,040	ε "	1,085	0,016
ε "	1,034	0,015	υ Aurigae	1,000	
ϑ Aurigae	1,000		η "	3,313	0,034
α "	9,862	0,117	ζ "	2,387	0,025
β "	2,025	0,024	ν "	1,946	0,020
δ Ursae maj.	1,000		δ Ursae maj.	1,000	

Catalog der im Jahre 1860 von Zöllner photometrisch gemessenen Fixsterne.

Name des Sternes	Lichtmenge	Wahrsch. Fehler	Name des Sernes	Lichtmenge	Wahrsch. Fehler
α Ursae maj.	4,182	0,038	τ Aurigae	1,186	0,012
9 Camelopard	1,000		ν „	1,963	0,020
10 „	1,453	0,015	40 „	0,4719	0,0049
β Aurigae	8,074	0,083	ω Ursae maj.	1,000	
δ „	1,770	0,018	ψ „	5,757	0,119
ϑ Geminorum	1,000		31 Leonis min.	1,000	
α „	6,300	0,064	λ Ursae maj.	3,415	0,035
β „	10,47	0,108	μ „	5,374	0,055
ϑ Aurigae	2,409	0,025	33 *H* „	0,2711	0,0028
δ Persei	1,000		38 Leonis min.	1,000	
ε „	1,052	0,011	31 „	3,393	0,049
ι Aurigae	1,598	0,016	33 *H* Ursae maj.	1,133	0,0165
β Tauri	3,237	0,033	35 Leonis min.	0,5901	0,008
ο Ursae maj.	1,000		φ Ursae maj.	1,000	
α Geminorum	4,560	0,047	ϑ „	3,989	0,058
ϑ Ursae maj.	1,027	0,011	ν „	2,397	0,035
ι „	1,148	0,012	α Leonis	1,000	
κ „	0,7224	0,007	α Canis min.	2,502	0,036
10 „	1,000		β Geminorum	1,592	0,023
κ „	1,243	0,013	α Aurigae	4,012	0,058
38 Lyncis	1,037	0,019	α Leonis	1,000	
40 „	2,281	0,023	α Canis min.	2,526	0,023
31 Leonis min.	1,600		β Geminorum	1,536	0,014
ϑ Ursae maj.	2,466	0,025	α Aurigae	3,899	0,036
λ „	1,882	0,019	ξ Ursae maj.	1,000	
μ „	3,233	0,033	χ „	1,179	0,012
μ Leonis maj.	1,000		ν „	1,479	0,015
ζ „	1,216	0,018	43 Com. Beren.	1,000	
ε „	2,041	0,030	12 Canum. venat.	3,361	0,035
40 Lyncis	1,831	0,027	8 „	1,016	0,010
ω Persei	1,000		κ Draconis	1,000	
ρ „	3,154	0,032	α „	1,229	0,013
π „	0,7977	0,008	ι „	1,899	0,019
υ Aurigae	1,000		υ Ursae maj.	1,000	

Catalog der im Jahre 1860 von Zöllner photometrisch gemessenen Fixsterne.

Name des Sternes	Lichtmenge	Wahrsch. Fehler	Name des Sternes	Lichtmenge	Wahrsch. Fehler
o Ursae maj.	1,470	0,015	*ϱ* Bootis	0,9910	0,014
h „	1,099	0,011	*ε* „	2,963	0,043
λ Draconis	1,128	0,012	16 Com. Beren.	1,000	
54 Leonis	1,000		8 Can. venat.	2,124	0,022
χ Ursae maj.	1,943	0,020	15 Com. Beren.	1,973	0,020
ψ „	3,525	0,036	14 „	1,141	0,012
46 Leonis min.	1,811	0,019	17 „	0,7873	0,0081
ι Bootis	1,000		13 „	0,7991	0,0082
κ „	1,303	0,013	12 „	1,136	0,012
ϑ „	1,844	0,019	7 „	1,094	0,011
ι „	1,000		23 „	0,6091	0,0063
κ „	1,289	0,013	31 „	1,000	
ϑ „	1,814	0,019	43 „	1,813	0,019
48 Ursae maj.	1,000		41 „	1,242	0,013
83 Ursae maj.	3,342	0,034	37 Com. Beren.	1,154	0,012
86 „	1,123	0,012	*ζ* Leonis	1,000	
κ Bootis	3,427	0,035	*β* „	3,175	0,033
λ „	1,000		*δ* „	2,188	0,022
ϑ „	1,207	0,018	*ϑ* „	1,071	0,011
γ „	2,511	0,052	*γ* „	3,812	0,039
β „	1,986	0,041	*σ* Bootis	1,000	
τ Ursae maj.	1,000		*ε* „	7,250	0,075
h „	2,455	0,025	34 „	0,8229	0,0085
c „	0,7009	0,007	*ϱ* „	2,400	0,025
σ „	0,4166	0,0043	*γ* „	3,627	0,037
σ^2 „	0,8442	0,0087	15 } Can. venat.	1,000	
σ^1 „	0,7591	0,0078	17 }		
ϱ „	0,9599	0,0099	8 „	4,596	0,047
λ Bootis	1,000		14 „	1,800	0,018
ϑ „	1,178	0,012	11 *H* „	2,465	0,025
γ „	2,629	0,027	20 „	3,053	0,031
β „	1,981	0,020	17 *H* „	2,337	0,024
δ „	1,000		25 „	2,718	0,028
β „	1,101	0,016	23 *H* „	2,817	0,029

Catalog der im Jahre 1860 von Zöllner photometrisch gemessenen Fixsterne.

Name des Sternes	Lichtmenge	Wahrsch. Fehler	Name des Sternes	Lichtmenge	Wahrsch. Fehler
6 Can. venat.	1,472	0,021	δ Herculis	1,952	0,028
2 H „	1,510	0,022	σ „	1,000	
σ Bootis	1,000		τ „	1,234	0,018
ψ „	1,010	0,012	η „	1,833	0,027
b „	0,3393	0,0040	ν „	1,000	
ω „	0,8186	0,0097	δ „	2,539	0,037
c „	0,6293	0,0075	μ „	2,011	0,029
δ Coronae	1,000		ξ „	1,816	0,026
δ Bootis	2,531	0,037	ο „	1,519	0,022
β Coronae	1,989	0,029	ϑ „	1,585	0,023
α „	7,031	0,102	ν Draconis	1,000	
γ „	1,707	0,025	π Herculis	3,228	0,047
ε „	1,487	0,022	ι „	1,411	0,021
δ „	1,000		γ Draconis	7,299	0,106
δ Bootis	2,835	0,041	β „	4,071	0,059
β Coronae	2,369	0,034	ξ „	1,641	0,024
α „	7,454	0,108	γ Lyrae	1,000	
γ „	1,781	0,026	ζ „	0,4619	0,0067
ε „	1,603	0,023	δ „	0,4619	0,0067
ν Bootis (der			η „	1,000	
hellere)	1,000		δ „	1,358	0,020
ϑ Coronae	1,728	0,025	ϑ „	1,163	0,017
μ Bootis	1,757	0,026	η Cygni	1,791	0,026
ζ Coronae	1,314	0,019	δ „	4,175	0,061
χ Herculis	1,314	0,019	γ „	8,355	0,122
υ „	1,238	0,018	ε „	6,989	0,102
φ „	1,641	0,024	η Lyrae	1,000	
τ „	2,228	0,032	δ „	1,247	0,026
α Lyrae	1,000		ϑ „	1,015	0,021
α Bootis	1,165	0,012	η Cygni	1,380	0,028
ε Herculis	1,000		δ „	3,811	0,078
η „	1,556	0,023	γ „	7,501	0,155
π „	2,186	0,032	ε „	6,034	0,124
ζ „	2,817	0,041	α Delphini	1,000	

Catalog der im Jahre 1860 von Zöllner photometrisch gemessenen Fixsterne.

Name des Sternes	Lichtmenge	Wahrsch. Fehler	Name des Sternes	Lichtmenge	Wahrsch. Fehler
β Delphini	2,157	0,031	λ Andromedae	1,563	0,0228
γ „	1,861	0,027	κ „	1,110	0,0162
δ „	1,729	0,025	ο „	1,744	0,0254
ε „	1,416	0,021	ψ Draconis	1,000	
μ Cygni	1,000		δ „	3,485	0,0507
ε „	7,246	0,106	φ „	1,146	0,0167
ζ „	3,350	0,049	χ „	2,236	0,0326
κ Pegasi	1,367	0,020	α Cephei	5,612	0,0817
ι „	1,911	0,028	β „	2,988	0,0435
κ Persei	1,000		59 B Cassiop.	1,000	
β „ var.	4,461	0,065	υ^1 „	1,559	0,0227
α Cygni	1,000		υ^2 „	1,491	0,0217
α Lyrae	2,997	0,044	η „	4,576	0,0666
α Aquilae	1,234	0,019	ζ „	3,332	0,0485
α Delphini	1,000		λ „	1,360	0,0198
β „	2,321	0,048	ξ Andromedae	1,000	
γ „	1,821	0,037	φ „	1,575	0,0229
δ „	1,792	0,037	ω „	1,007	0,0147
ε „	1,397	0,029	ϑ Cassiopeiae	1,532	0,0223
γ Cassiopeiae	1,000		υ Persei	1,128	0,0310
β „	0,9826	0,0202	φ „	3,064	0,0446
δ „	0,5780	0,0119	e Cygni	1,000	
ε „	0,3291	0,0068	o^1 „	4,932	0,0718
γ „	1,000		o^2 „	4,361	0,0635
β „	0,8628	0,0126	ϑ „	2,584	0,0376
δ „	0,5493	0,0114	ι „	4,546	0,0662
ε „	0,2078	0,0043	κ „	4,848	0,0706
υ Cygni	1,000		c Draconis	1,000	
ρ „	1,550	0,0226	o „	1,685	0,0245
σ „	1,165	0,0170	d „	1,324	0,0193
τ „	1,991	0,0290	b „	1,030	0,0150
ξ „	2,220	0,0323	b^1 Cygni	1,000	
ν „	1,514	0,0221	P „	1,560	0,0227
ι Andromedae	1,000		36 „	0,747	0,0109

Catalog der im Jahre 1860 von Zöllner photometrisch gemessenen Fixsterne.

Name des Sternes	Lichtmenge	Wahrsch. Fehler	Name des Sternes	Lichtmenge	Wahrsch. Fehler
35 Cygni	1,195	0,0174	γ Cassiopeiae	6,296	0,0917
b^3 "	1,447	0,0211	δ "	3,613	0,0526
b^2 "	1,260	0,0183	ε "	1,877	0,0273
$\varkappa$ Cassiopeiae	1,000		δ Persei	1,000	
β "	5,478	0,0798	β " var.	2,319	0,0350

Die Beobachtungen von Seidel (und Leonhard) umfassen sämmtliche nördlichen Sterne bis zur Argelander'schen Grösse 3,4 inclusive. Sie gestatten daher die Beantwortung der Frage: wie viel Licht auf unserer Hemisphäre allen Sternen einer einzelnen unter den hellsten Classen vereinigt angehört. Ludwig Seidel hat diese Untersuchung ausgeführt, und indem wie bisher Wega die Lichteinheit bildet, erhält er für die nördlichen Sterne folgende Werthe:

2 Sterne	2,1. Grösse	(nach Argelander) gesammte Lichtmenge	0,567
18 "	2. "	" " " "	2,68
14 "	2,3. "	" " " "	1,25
10 "	3,2. "	" " " "	0,646
36 "	3. "	" " " "	1,72
47 "	3,4. "	" " " "	1,50
Zusammen 127 Sterne	2,1. bis 3,4. Grösse	mit der Lichtmenge	8,36

Diesen gegenüber stehen 9 Sterne 1. bis 1,2. Grösse am nördlichen Himmel mit der Gesammtlichtmenge 5,08. Alle nördlichen Sterne, die bei Argelander oberhalb der Mitte zwischen Grösse 3 und Grösse 4 gesetzt sind, haben also vereinigt ungefähr 13,44 mal so viel Licht als Wega allein, oder wenig mehr als das dreifache Licht vom Sirius allein. Von dieser Gesammtmenge kommen nahe $^2/_5$ auf die 9 Sterne 1. bis 1,2. Grösse und ungefähr 0,38 des Ganzen gehören den 107 Sternen an, welche die 2. Grösse nicht erreichen. Die hier betrachteten nördlichen Sterne alle vereinigt, haben endlich etwas mehr als anderthalb mal so viel Licht als Jupiter in mittlerer Opposition (8 24 nach Seidel) oder ungefähr den dritten Theil des Lichtes der Venus in ihrem mittlern grössten Glanze (38,9 nach Seidel).

Seidel hat, gestützt auf seine photometrischen Untersuchungen, die Hypothese der gleichen Leuchtkraft und Vertheilung der Fixsterne im

Weltenraum untersucht. Er kommt zu dem Resultate, dass eine regelmässige Vertheilung und durchschnittliche gleiche Leuchtkraft der Fixsterne nicht angenommen werden kann. In grossen Entfernungen von uns nehme die Sterndichtigkeit schnell ab, so dass wir uns aller Wahrscheinlichkeit nach innerhalb eines Sternhaufens (des Milchstrassen-Systems) befinden.

Die Farben der Fixsterne.

Wenn die photometrischen Untersuchungen des Fixsternhimmels erst in der allerneuesten Zeit den Charakter wahrhaft wissenschaftlicher Arbeiten gewonnen haben; so befinden sich dagegen die Forschungen über die Farben der Fixsterne auch heute noch durchaus in der Kindheit. Zwar hat Zöllner sein ausgezeichnetes Photometer auch mit einem Colorimeter verbunden, aber rationelle Untersuchungen über die Färbungen der Fixsterne, welche durch die wundervollen Contraste, die sich hier darbieten, sicherlich von höchstem Interesse sein würden, sind bisher nur in sehr vereinzelten Fällen angestellt worden.

Vor Erfindung des teleskopischen Sehens waren den alten Himmelsbeobachtern nur wenige farbige Sterne bekannt und zwar ausnahmslos nur solche von rother Färbung. Ptolemäus nennt Arctur, Aldebaran, Pollux, Antares, Beteigeuze und Sirius feuerröthlich. Mit Ausnahme des Sirius sind diese Sterne auch heute noch roth und es scheint nach der Durchsicht der Uranographie des Abdurrahman Al Sufi, durch Wöpke, dass der Farbenwechsel des Sirius in die Zeit zwischen Ptolemäus und die Blüthe der Araber fällt. Uebrigens möchte ich, nachdem was wir gegenwärtig von der Genesis der Himmelskörper wissen oder zu wissen glauben, die Bezeichnung des Sirius als roth durch Ptolemäus eher als eine irrthümliche ansehen, als diesem Fixsterne eine so merkwürdige und dauernde Veränderung seiner Farbe zuschreiben. Wie wenig aufmerksam die alten Beobachter auf viele Erscheinungen am Sternenhimmel gewesen sind, beweist auch der Umstand, dass manche rothe Sterne der helleren Grössenclassen, deren Färbung wie z. B. bei α Ursae majoris dem blossen Auge deutlich erkennbar ist, von ihnen nicht als roth erkannt wurden. Mit der Anwendung des teleskopischen Sehens wuchs die Zahl der farbigen Sterne nach und nach an und schon 1686 gedachte Mariotte gewisser Sterne von blauer Farbe. In seinem Buche Traité des couleurs

sagt er: „Es gibt Sterne, die viel Roth enthalten, z. B. Aldebaran und Antares; es gibt auch gelbe und blaue. Die roth oder gelb scheinenden Sterne müssen ein sehr helles Licht besitzen, dessen Lebhaftigkeit durch irgend welche Ausdünstungen in ihrer Umgebung geschwächt wird; die bläulich scheinenden haben nur ein schwaches Licht, aber rein und frei von Dünsten."

In James Dunlop's Nebelcatalog (Philos. Trans. for 1828) kommt in AR 11^h 29^m 20^s D — 60^0 $44'$ ein Sternhaufen vor, in welchem 3 rothe und 1 orangefarbener Stern sichtbar sind. Sir John Herschel hat letztern gesehen, erstere indess nicht. Den ganz aus blauen Sternen bestehenden Fleck in AR 18^h 49^m 5^s und D — $26^0 50'$, welchen Dunlop aufführt, fand Herschel keineswegs aus blauen Sternen zusammengesetzt. Ueberhaupt hat der jüngere Herschel trotz kraftvollerer Instrumente etwa $^2/_3$ der von Dunlop angegebenen Nebel nicht aufzufinden vermocht, so dass diese also gewiss nicht existiren (Herschel, Results of Astr. Ob. ath. the Cap p. 4).

Die Anwendung lichtstarker Refractore von grossen Dimensionen gestattet gegenwärtig nach Struve noch die Auffassung von Farbennüancen bis herab zur 9,10. Grössenclasse. Professor Schjellerup hat ein Verzeichniss der rothen isolirten Sterne zusammengestellt, das ich mit den Nachträgen, die zu demselben veröffentlicht wurden, hier folgen lasse.

Catalog der rothen isolirten Sterne, welche bis zum Jahre 1866 bekannt geworden sind. Zusammengestellt von Prof. D. Schjellerup.

Nr.	Rectascension 1860	Jährliche Variation	Declination 1860	Jährliche Variation	Grösse	Bemerkungen
1.	0^h 2^m 6^s	3^s 06	+ 63°10,5′	+ 0,33′	—	—
2.	0 6 5	3, 07	+ 0 21,3	+ 0,33	—	granatroth
3.	0 12 31	3, 14	+ 43 56,0	+ 0,33	8.2	intensiv roth
4.	0 49 7	3, 74	+ 66 56,0	+ 0,33	9	tief orangeroth
5.	0 51 41	3, 04	— 6 38,2	+ 0,33	8	—
6.	0 57 38	3, 51	+ 52 41,3	+ 0,32	10	granatfarben
7.	1 8 27	3, 25	+ 25 1,6	+ 0,32	8	—
8.	1 9 42	3, 47	+ 46 57,5	+ 0,32	7.5	sehr roth
9.	1 10 15	3, 12	+ 8 11,5	+ 0,32	ver.	röthlich, *S* Piscium
10.	1 14 0	3, 12	+ 6 14,2	+ 0,32	Neb.	schön orange 7,9. Grösse
11.	1 20 32	2, 77	— 33 16,6	+ 0,31	6	*R* Piscium
12.	1 23 25	3, 09	+ 2 9,5	+ 0,31	*v*	—
13.	1 24 14	3, 92	+ 59 56,8	+ 0,31	10	sehr roth
14.	1 45 24	4, 66	+ 69 30,8	+ 0,30	8	rubinroth

Catalog der rothen isolirten Sterne, welche bis zum Jahre 1866 bekannt geworden sind. Zusammengestellt von Prof. D. Schjellerup.

Nr.	Rectascension 1860	Jährliche Variation	Declination 1860	Jährliche Variation	Grösse	Bemerkungen
15.	1h 53m 47s	3s 97	+ 54° 33,0′	+ 0,29′	8.5	sehr roth
16.	1 59 35	3, 08	+ 0 46,5	+ 0,29	7	*R* Arietis, orangefarben
17.	2 8 10	3, 39	+ 24 24,3	+ 0,28	*v*	rubinroth
18.	2 9 14	3, 78	+ 44 33,5	+ 0,28	9	*o* Ceti
19.	2 12 18	3, 03	— 3 36,6	+ 0,28	ver.	—
20.	2 12 32	4, 19	+ 56 29,5	+ 0,28	10	orange
21.	2 15 37	3, 07	+ 0 19,5	+ 0,28	12	hell rubinroth
22.	2 28 17	4, 29	+ 56 27,6	+ 0,27	9	rother Stern 7,5. Grösse
23.	2 34 49	3, 60	+ 31 49,7	+ 0,26	Neb.	—
24.	2 57 52	3, 07	+ 0 10,5	+ 0,24	9.3	orangefarben
25.	3 9 1	1, 51	— 57 50,9	+ 0,23	7.5	—
26.	3 9 26	2, 96	— 6 14,8	+ 0,23	7	röthlich
27.	3 26 53	3, 44	+ 19 20,4	+ 0,21	9	sehr roth
28.	3 34 22	3, 34	+ 14 20,4	+ 0,20	9	—
29.	3 35 28	4, 53	+ 53 27,6	+ 0,20	9	—
30.	3 37 1	2, 88	— 10 3,0	+ 0,19	8	—
31.	3 45 13	5, 01	+ 60 41,6	+ 0,19	5.5	gelbroth
32.	3 48 31	2, 77	— 15 19,2	+ 0,18	8	„ „
33.	4 13 46	2, 94	— 6 34,9	+ 0,15	7.7	blassroth
34.	4 14 9	3, 52	+ 20 28 9	+ 0,15	6.5	—
35.	4 16 6	3, 07	+ 0 10,8	+ 0,15	10	*R* Tauri
36.	4 20 38	3, 28	+ 9 50,8	+ 0,14	ver.	„
37.	4 21 32	3, 28	+ 9 38,0	+ 0,14	„	—
38.	4 26 45	2, 83	+ 11 5,1	+ 0,13	6.7	gelbroth
39.	4 27 53	3, 43	+ 16 13,5	+ 0,13	1	*α* Tauri
40.	4 36 11	3, 87	+ 32 39,3	+ 0,13	8.5	sehr roth
41.	4 36 45	6, 16	+ 67 54,8	+ 0,12	6.5	„ „
42.	4 40 2	4, 68	+ 51 58,8	+ 0,11	9.5	—
43.	4 42 45	3, 75	+ 28 16,9	+ 0,11	8	schön roth
44.	4 44 37	3, 38	+ 14 0,9	+ 0,11	5	—
45.	4 46 5	3, 12	+ 2 15,6	+ 0,11	5.5	—
46.	4 48 14	3, 24	+ 7 33,0	+ 0,10	7	—
47.	4 48 26	3, 07	+ 0 12,5	+ 0,10	10	—
48.	4 51 25	3, 25	+ 7 54,9	+ 0,10	ver.	*R* Orionis, röthlich

Catalog der rothen isolirten Sterne, welche bis zum Jahre 1866 bekannt geworden sind. Zusammengestellt von Prof. D. Schjellerup.

Nr.	Rectascension 1860	Jährliche Variation	Declination 1860	Jährliche Variation	Grösse	Bemerkungen
49.	4h 53m 14s	2s73	— 15° 1,2′	+ 0,10′	ver.	R Leporis, Hind's Crimson star
50.	4 54 38	3,03	+ 0 30,9	+ 0,09	6	gelbroth
51.	4 58 10	3,09	+ 0 58,9	+ 0,09	6.5	—
52.	4 59 25	3,07	+ 0 21,4	+ 0,09	9	—
53.	5 2 55	3,05	— 0 44,5	+ 0,08	7	Knorre: roth; Schmidt: gelb
54.	5 10 26	4,14	+ 39 11,5	+ 0,07	7	orangefarben
55.	5 11 35	3,95	+ 35 7,1	+ 0,07	8	sehr roth
56.	5 12 14	3,07	+ 0 13,1	+ 0,07	10	röthlich
57.	5 16 56	2,85	— 9 27,7	+ 0,06	8	sehr roth
58.	5 22 38	3,04	— 1 12,3	+ 0,05	5	gelb roth
59.	5 24 1	3,51	+ 18 29,2	+ 0,05	5.5	—
60.	5 29 18	3,33	+ 10 56,7	+ 0,04	7.5	gelb roth
61.	5 29 56	3,69	+ 24 54,8	+ 0,04	9.5	—
62.	5 34 0	2,97	— 3 55,2	+ 0,04	8	—
63.	5 35 0	3,13	+ 2 17,6	+ 0,04	7.7	—
64.	5 36 40	3,67	+ 24 21,4	+ 0,03	8	sehr roth
65.	5 39 19	1,67	— 46 31,4	+ 0,03	8	blutroth
66.	5 47 36	3,25	+ 7 22,6	+ 0,02	v	α Orionis
67.	5 49 32	4,45	+ 45 55,1	+ 0,02	6	—
68.	5 53 39	3,07	+ 0 12,1	+ 0,01	10	röthlich
69.	5 54 0	3,07	+ 0 15,6	+ 0,01	10	—
70.	5 55 15	2,95	— 5 8,5	+ 0,01	7.7	gelb roth
71.	5 55 20	3,07	+ 0 14,5	+ 0,01	10	—
72.	6 2 12	3,72	+ 26 2,3	0,00	8	—
73.	6 4 46	3,76	+ 27 12,0	— 0,01	8.5	rubinroth
73a.	6 5 17	1,33	— 52 29,3	— 0,02	Neb.	ein rother Stern 9. Grösse
74.	6 17 29	3,42	+ 14 47,7	— 0,03	8	—
75.	6 18 4	2,39	— 26 58,7	— 0,03	8	intensiv rubinroth
76.	6 23 9	3,07	+ 0 2,8	— 0,03	9	röthlich
77.	6 23 26	3,00	— 2 55,9	— 0,03	7.7	—
78.	6 26 55	4,13	+ 38 33,2	— 0,04	6.5	orangeroth
79.	6 27 42	3,07	+ 0 7,6	— 0,04	9.5	röthlich

Catalog der rothen isolirten Sterne, welche bis zum Jahre 1866 bekannt geworden sind. Zusammengestellt von Prof. D. Schjellerup.

Nr.	Rectascension 1860	Jährliche Variation	Declination 1860	Jährliche Variation	Grösse	Bemerkungen
80.	$6^h 35^m 17^s$	1^s 33	— 52° 48,5′	— 0,05′	6	—
81.	6 41 0	2, 58	— 20 36,0	— 0,06	Neb.	rother Stern 8. Grösse
82.	6 43 42	3, 07	+ 0 5,2	— 0,07	10	—
83.	6 49 59	6, 84	+ 70 55,6	— 0,07	6	—
84.	6 52 32	1, 60	— 48 31,6	— 0,08	5.5	—
85.	6 56 8	2, 39	— 27 44,2	— 0,08	3.5	—
86.	6 56 13	2, 89	— 8 8,8	— 0,08	Neb.	rother Stern 8,5. Grösse
87.	6 58 55	3, 62	+ 22 54,9	— 0,09	ver.	blassroth
88.	7 0 9	2, 90	— 7 20,7	— 0,09	8	—
88a.	7 0 19	13, 10	+ 82 40,5	— 0,09	5.4	röthlich
89.	7 1 31	2, 80	— 11 42,6	— 0,09	7.5	„
90.	7 6 30	5, 22	+ 59 9,7	— 0,10	7	roth
91.	7 7 11	3, 59	+ 22 12,6	— 0,10	7.3	sehr roth
92.	7 14 20	2, 85	— 10 7,6	— 0,11	Neb.	—
93.	7 15 17	3, 01	— 2 40,2	— 0,11	9	blutroth
94.	7 17 14	2, 47	— 25 29,7	— 0,11	7	intensivroth
95.	7 25 7	3, 26	+ 8 36,8	— 0,12	ver.	*S* Canis min.
96.	7 34 33	3, 76	+ 29 13,3	— 0,13	5	*b* Geminorum
97.	7 34 38	3, 61	+ 23 46,6	— 0,13	ver.	*S* Geminorum, tief orange
97a.	7 35 26	2, 33	— 31 19,8	— 0,13	Neb.	Stern roth, 9. Grösse
98.	7 36 45	3, 68	+ 28 21,6	— 0,14	1.5	*β* Geminorum
98a.	7 40 19	2, 14	— 37 38,3	— 0,14	Neb.	orangefarben
99.	7 40 54	3, 61	+ 24 4,7	— 0,14	ver.	*P* Geminorum, röthlich
100.	7 41 11	2, 32	— 31 47,2	— 0,14	9	rubinroth
101.	7 42 43	10, 04	+ 79 51,1	— 0,14	—	—
102.	7 46 40	2, 49	— 26 2,0	— 0,15	Neb.	—
103.	7 53 16	1, 69	— 49 36,7	— 0,16	8	orange
103a	7 56 1	1, 00	— 60 29,2	— 0,22	Neb.	8. Gr. „
104.	8 6 41	3, 07	+ 0 0,3	— 0,18	9.5	—
105.	8 8 51	3, 32	+ 12 9,2	— 0,18	ver.	*R* Cancri, hell orange
106.	8 14 54	3, 07	+ 0 17,0	— 0,19	8	—
107.	8 18 7	2, 22	— 37 50,2	— 0,19	6	—
108.	8 24 16	3, 07	+ 0 12,8	— 0,20	11.5	röthlich
109.	8 24 29	3, 07	+ 0 17,2	— 0,20	10	orange

Catalog der rothen isotirten Sterne, welche bis zum Jahre 1866 bekannt geworden sind. Zusammengestellt von Prof. D. Schjellerup.

Nr.	Rectascension 1860	Jährliche Variation	Declination 1860	Jährliche Variation	Grösse	Bemerkungen
110.	8ʰ 27ᵐ 45ˢ	3ˢ 45	+ 19° 22,5′	— 0,20′	ver.	*U* Cancri
111.	8 39 36	3,07	+ 0 9,3	— 0,21	8	orange
112.	8 39 36	2,54	— 27 41,6	— 0,21	8.5	—
113.	8 45 15	1,96	— 47 51,6	— 0,22	9	—
114.	8 45 21	3,44	+ 19 50,9	— 0,22	9	—
115.	8 47 29	3,39	+ 17 45,6	— 0,22	8.5	—
116.	8 48 34	2,88	— 10 50,4	— 0,22	8	—
117.	8 48 40	3,44	+ 20 23,0	— 0,22	ver.	*T* Cancri, blutroth
118.	8 59 35	1,79	— 53 30,6	— 0,24	9	—
119.	9 1 54	2,63	— 25 17,7	— 0,24	4.5	—
120.	9 2 13	3,66	+ 31 32,1	— 0,24	6	—
121.	9 28 42	1,54	— 62 10,7	— 0,26	8	carminroth
122.	9 37 10	3,64	+ 35 9,3	— 0,27	ver.	*R* Leonis minoris, gelbroth
123.	9 40 2	3,24	+ 12 4,6	— 0,27	ver.	*R* Leonis tiefroth
124.	9 44 36	2,76	— 22 21,8	— 0,28	6.5	—
125.	9 49 44	2,45	— 40 55,6	— 0,28	7.5	—
126.	9 55 28	1,90	— 59 33,2	— 0,29	8.5	—
127.	10 3 59	2,98	— 7 43,7	— 0,29	6	—
128.	10 5 46	2,63	— 34 38,0	— 0,29	7	—
129.	10 9 39	2,00	— 59 59,4	— 0,30	9	rubinroth
130.	10 29 1	2,66	— 38 50,6	— 0,31	6.5	orangefarben
131.	10 30 15	2,09	— 56 50,0	— 0,31	5.5	—
132.	10 30 39	2,96	— 12 39,5	— 0,31	6.5	orangefarben
133.	10 33 53	3,07	+ 0 9,1	— 0,31	8.5	—
134.	10 34 41	4,37	— 69 30,5	— 0,31	ver.	*R* Ursae, blassroth
135.	10 38 51	2,35	— 57 20,2	— 0,31	9	—
136.	10 44 49	2,90	— 20 30,5	— 0,32	6.5	sehr roth
137.	10 52 36	2,96	— 15 36,2	— 0,32	6	—
138.	10 53 40	2,94	— 17 34,4	— 0,32	8	blutroth
139.	10 58 32	3,07	+ 0 9,6	— 0,32	9.5	—
140.	11 4 59	1,06	— 81 1,9	— 0,32	8	blutroth
140a.	11 9 7	2,56	— 60 29,6	— 0,22	Neb.	Stern 10. Grösse
141.	11 10 55	3,27	+ 38 51,5	— 0,32	4.5	—
142.	11 33 16	2,60	— 71 47,6	— 0,33	8.5	—

Catalog der rothen isolirten Sterne, welche bis zum Jahre 1866 bekannt geworden sind. Zusammengestellt von Prof. D. Schjellerup.

Nr.	Rectascension 1860	Jährliche Variation	Declination 1860	Jährliche Variation	Grösse	Bemerkungen
143.	11h 33m 55s	3s 15	+ 25° 31,9′	— 0,33′	8	—
143a.	11 43 24	2,93	— 56 24,1	— 0,33	Neb.	Stern 8. Grösse orange
144.	12 15 10	3,39	— 74 44,0	— 0,33	8.5	dunkelroth
145.	12 18 4	3,07	+ 1 32,7	— 0,33	7.5	—
146.	12 22 10	3,00	+ 29 4,1	— 0,33	9	purpurroth
147.	12 23 22	3,22	— 56 19,4	— 0,33	2	γ Crucis
148.	12 25 4	3,05	+ 5 26,8	— 0,33	9.5	scharlach roth
149.	12 31 24	3,05	+ 7 45,6	— 0,33	ver.	*R* Virginis, blass gelbroth
150.	12 32 5	3,16	— 25 58,8	— 0,33	12	—
151.	12 37 48	2,66	+ 61 51,6	— 0,33	ver.	*S* Ursae, roth oder violett
152.	12 38 32	2,85	+ 46 12,3	— 0,33	5.5	—
153.	12 39 15	3,45	— 58 55,7	— 0,33	8.5	blutroth
154.	12 43 33	3,07	+ 0 0,6	— 0,33	9	—
154a.	12 45 22	3,53	— 59 35,3	— 0,33	Neb.	κ Crucis
155.	12 45 24	2,99	+ 17 52,1	— 0,33	8	—
155a.	12 45 41	3,53	— 59 36,5	— 0,33	9	—
156.	12 51 11	2,97	+ 18 31,5	— 0,33	8	—
157.	12 56 22	3,65	— 60 40,8	— 0,32	9.5	orange
158.	13 11 18	3,22	— 22 25,8	— 0,32	3	—
159.	13 19 20	3,17	— 11 58,7	— 0,31	5.5	—
160.	13 22 4	3,27	— 22 33,4	— 0,31	ver.	*R* Hydrae
161.	13 25 42	3,13	— 6 28,4	— 0,31	ver.	*S* Virginis, Pogson: hellroth, Auwers: orange
162.	13 42 44	2,90	+ 16 29,6	— 0,30	4	—
163.	13 47 13	2,55	+ 41 1,8	— 0,30	7	—
164.	13 57 40	3,07	+ 0 12,8	— 0,29	8	röthlich
165.	13 59 13	4,18	— 59 3,5	— 0,29	8	—
166.	14 6 53	4,23	— 59 15,6	— 0,28	7.5	roth oder hellorange
167.	14 9 17	2,73	+ 19 54,8	— 0,28	1	α Bootis
168.	14 17 25	2,95	+ 8 43,6	— 0,28	6	—
169.	14 17 53	2,69	+ 26 20,6	— 0,28	7.5	hellroth
170.	14 22 22	3,10	— 5 21,4	— 0,27	8	röthlich
171.	14 25 48	2,60	+ 31 59,3	— 0,27	4	—
172.	14 26 54	3,80	— 42 45,3	— 0,27	9	—

Catalog der rothen isolirten Sterne, welche bis zum Jahre 1860 bekannt geworden sind. Zusammengestellt von Prof. D. Schjellerup

Nr.	Rectascension 1860	Jährliche Variation	Declination 1860	Jährliche Variation	Grösse	Bemerkungen.
173.	$14^h 28^m 55^s$	$2^s 46$	+ 37° 14,6'	— 0,27'	6	—
174.	15 0 58	5, 61	— 69 32,8	— 0,24	6	—
175.	15 9 19	3, 63	— 29 37,8	— 0,23	4.7	δ Lupi
176.	15 10 37	6, 86	— 75 25,1	— 0,23	7	hochroth
177.	15 15 6	2, 81	+ 14 49,2	— 0,22	ver.	*S* Serpentis
178.	15 29 59	2, 77	+ 15 34,0	— 0,20	7.5	—
179.	15 42 49	2, 47	+ 28 35,3	— 0,19	ver.	*R* Coron. bor., röthlich
180.	15 44 14	6, 95	— 74 4,7	— 0,19	9	dunkelroth
181.	15 44 15	2, 76	+ 15 33,7	— 0,19	ver.	*R* Serpentis, roth
182.	15 44 32	2, 15	+ 40 0,1	— 0,19	9.5	—
183.	15 53 57	2, 23	+ 36 25,5	— 0,17	10	—
184.	15 59 56	2, 68	+ 18 45,1	— 0,17	ver.	*R* Herculis
185.	16 1 19	2, 60	+ 22 12,1	— 0,17	7.5	—
186.	16 2 34	3, 05	+ 1 11,6	— 0,16	8	—
187.	16 7 58	4, 27	— 45 27,2	— 0,16	8.5	hellroth
188.	16 17 14	3, 07	+ 0 7,8	— 0,15	10	granatroth
189.	16 18 57	3, 33	— 12 5,9	— 0,14	8	—
190.	16 19 37	2, 65	+ 19 12,8	— 0,14	ver.	*U* Herculis
191.	16 20 50	3, 67	— 26 7,1	— 0,14	1.5	α Scorpii
192.	16 31 39	3, 73	— 32 5,8	— 0,13	8	blutroth
193.	16 42 11	3, 07	+ 0 10,3	— 0,11	9	röthlich
194.	16 43 57	3, 20	— 5 56,0	— 0,11	8	—
195.	16 45 31	2, 73	+ 15 10,8	— 0,11	ver.	*S* Herculis
195a.	16 46 4	4, 11	— 39 16,2	— 0,11	9	—
196.	16 49 0	3, 04	+ 1 38,9	— 0,10	8.5	—
197.	16 51 5	4, 88	— 54 51,5	— 0,10	9	intensiv roth
198.	16 52 26	3, 16	— 4 0,4	— 0,10	8	gelbroth
199.	17 8 16	2, 73	+ 14 33,2	— 0,07	ver.	α Herculis
200.	17 14 33	3, 77	— 28 0,2	— 0,07	6	röthlich
201.	17 20 49	4, 02	— 35 31,3	— 0,06	9	dunkelroth
202.	17 21 28	3, 53	— 19 21,3	— 0,06	8.5	—
203.	17 30 31	4, 25	— 41 32,3	— 0,04	8	—
204.	17 31 17	5, 17	— 57 39,0	— 0,04	8	scharlachroth
205.	17 36 43	3, 52	— 18 35,5	— 0,03	8	sehr roth

Catalog der rothen isolirten Sterne, welche bis zum Jahre 1860 bekannt geworden sind. Zusammengestellt von Prof. D. Schjellerup.

Nr.	Rectascension 1860	Jährliche Variation	Declination 1860	Jährliche Variation	Grösse	Bemerkungen
206.	17h 47m 7s	3s 03	+ 1° 47,9′	— 0,02′	9	—
207.	17 51 2	3,01	+ 2 44,3	— 0,01	7.5	orange
208.	17 59 7	2,91	+ 7 5,3	0,00	8	—
209.	18 1 41	3,43	— 15 18,1	0,00	8	—
210.	18 12 18	3,05	+ 0 47,3	+ 0,02	8	sehr roth
211.	18 14 59	3,07	+ 0 5,7	+ 0,02	7.5	—
212.	18 21 59	2,93	+ 6 12,7	+ 0,03	ver.	*T* Serpentis, gelbroth
213.	18 24 44	3,43	— 14 57,6	+ 0,04	6.5	—
214.	18 25 40	3,19	— 5 15,7	+ 0,04	7.5	—
214a.	18 27 52	3,66	— 24 0,4	+ 0,04	Neb.	2 Sterne 12. Grösse sind darin roth
214b.	18 28 35	2,81	+ 11 19,8	+ 0,05	—	—
215.	18 30 58	3,40	— 13 53,8	+ 0,04	8	—
215a.	18 31 14	2,81	+ 11 19,8	+ 0,05	9	—
216.	18 32 12	2,86	+ 9 1,4	+ 0,05	10	—
217.	18 35 8	3,07	+ 0 1,5	+ 0,05	8	purpurroth
218.	18 39 0	2,87	+ 8 36,3	+ 0,06	9	—
219.	18 42 13	3,26	— 8 3,7	+ 0,06	9	schön roth
220.	18 45 48	3,62	— 22 5,1	+ 0,07	—	—
221.	18 50 25	3,07	+ 0 16,4	+ 0,07	9.5	granatroth
222.	18 52 9	2,75	+ 14 10,2	+ 0,08	8	—
223.	18 57 27	3,07	+ 0 18,8	+ 0,08	9.5	—
224.	18 59 38	2,89	+ 8 1,2	+ 0,09	ver.	*R* Aquilae
225.	19 2 47	2,50	+ 23 57,6	+ 0,09	7	—
226.	19 8 29	3,53	— 19 33,0	+ 0,10	ver.	*R* Sagittarii, röthlich
227.	19 23 20	3,14	— 3 4,7	+ 0,12	7	—
228.	19 26 17	3,44	— 16 40,4	+ 0,12	7	intensiv roth
229.	19 26 30	— 1,96	+ 76 16,9	+ 0,12	6.5	sehr roth
230.	19 37 35	2,97	+ 4 37,8	+ 0,14	8	—
231.	19 42 4	3,06	+ 0 21,2	+ 0,14	9.5	—
232.	19 45 11	2,31	+ 32 33,8	+ 0,15	ver.	χ Cygni
233.	19 49 25	3,07	+ 0 15,8	+ 0,15	10	—
234.	19 58 21	3,68	— 27 37,3	+ 0,16	7.5	—
235.	19 59 5	5,12	— 60 20,3	+ 0,17	8.5	—

Catalog der rothen isolirten Sterne, welche bis zum Jahre 1860 bekannt geworden sind. Zusammengestellt von Prof. D. Schjellerup.

Nr.	Rectascension 1860	Jährliche Variation	Declination 1860	Jährliche Variation	Grösse	Bemerkungen
236.	20h 3m27s	3s37	— 14°4,08′	+ 0,17′	ver.	*R* Capricorni, röthlich
237.	20 4 48	2,08	+ 41 5,2	+ 0,17	10	—
238.	20 8 55	3,52	— 21 44,7	+ 0,18	6	—
239.	20 11 49	3,07	+ 0 9,8	+ 0,18	9.5	orange
240.	20 17 39	3,07	+ 0 6,1	+ 0,19	10	röthlich
241.	20 19 0	2,89	+ 9 36,3	+ 0,19	8.5	—
242.	20 19 23	3,67	— 28 43,1	+ 0,19	8	—
243.	20 24 15	3,06	+ 0 20,0	+ 0,20	10	—
244.	20 50 40	2,78	+ 15 42,9	+ 0,23	8	—
245.	21 6 44	3,07	+ 0 10,3	+ 0,24	9.5	orangeroth
246.	21 8 20	3,12	— 3 7,3	+ 0,24	8.5	—
247.	21 9 15	1,57	+ 59 32,2	+ 0,25	8	sehr roth
248.	21 11 31	5,60	— 70 19,2	+ 0,25	6	—
249.	21 25 43	2,04	+ 50 58,1	+ 0,26	Neb.	ein Stern 11. Grösse
250.	21 36 54	— 0,60	+ 77 59,6	+ 0,27	ver.	*S* Cephei, sehr roth
251.	31 37 29	2,47	+ 37 22,6	+ 0,27	8	—
252.	21 38 34	2,47	+ 37 13,4	+ 0,27	8.5	sehr roth
253.	21 39 13	1,83	+ 58 8,4	+ 0,27	ver.	Herschel's Granatstern
254.	21 39 17	3,11	— 2 51,5	+ 0,27	6.5	—
255.	21 39 18	2,05	+ 53 4,3	+ 0,27	9.2	—
256.	21 42 57	3,07	+ 0 18,8	+ 0,28	10	—
257.	21 50 0	2,22	+ 49 50,9	+ 0,28	9	sehr intensiv roth
258.	21 57 38	2,71	+ 27 40,4	+ 0,29	8	orangeroth
259.	22 7 35	2,12	+ 56 34,3	+ 0,29	10	—
260.	22 7 52	2,56	+ 39 1,3	+ 0,29	4.5	röthlich
261.	22 10 26	3,02	+ 4 26,8	+ 0,30	8	—
262.	22 17 52	2,25	+ 55 15,4	+ 0,30	6.5	sehr roth
263.	22 52 30	3,26	— 25 54,6	+ 0,32	6	—
264.	22 54 7	3,06	+ 0 20,0	+ 0,32	9	—
265.	22 59 37	3,01	+ 9 47,4	+ 0,32	ver.	*R* Pegasi
266.	22 59 57	3,02	+ 8 39,2	+ 0,32	5.5	—
267.	23 11 16	2,76	+ 48 15,0	+ 0,33	5.5	—
268.	23 13 16	2,98	+ 22 19,5	+ 0,33	8.5	—
269.	23 18 3	2,64	+ 60 49,7	+ 0,33	Neb.	ein rother Stern 9. Grösse

Catalog der rothen isolirten Sterne, welche bis zum Jahre 1860 bekannt geworden sind. Zusammengestellt von Prof. D. Schjellerup.

Nr.	Rectascension 1860	Jährliche Variation	Declination 1860	Jährliche Variation	Grösse	Bemerkungen
270.	$23^h 22^m 21^s$	$3^s 07$	+ 0° 19,3′	+ 0,33′	10.5	—
271.	23 23 31	3, 07	+ 0 6,4	+ 0,33	8	—
272.	23 25 30	2, 98	+ 23 4,4	+ 0,33	8	—
273.	23 39 14	3, 07	+ 2 42,6	+ 0,33	6	—
274.	23 42 1	2, 97	+ 44 24,4	+ 0,33	10	—
275.	23 45 22	3, 07	+ 0 17,1	+ 0,33	10	—
276.	23 45 37	2, 76	+ 74 45,1	+ 0,33	6.5	orange
277.	23 49 55	3, 11	— 27 24,2	+ 0,33	5.5	—
278.	23 51 19	3, 01	+ 50 36,5	+ 0,33	ver.	*R* Cassiopeiae hellroth
279.	23 53 24	3, 07	+ 0 17,2	+ 0,33	10	rosaroth
280.	23 54 9	3, 01	+ 59 34,6	+ 0,33	6	—

Die merkwürdigsten Färbungen und Farbencontraste zeigen die Doppelsterne, worauf schon der ältere Herschel aufmerksam machte. Genauere Untersuchungen hierüber verdankt die Wissenschaft aber Fr. W. Struve. Derselbe hat in Beziehung auf ihre Farbe 596 Doppelstern-Paare untersucht und dabei folgende Verhältnisse gefunden. (Vergl. d. Einleitung zu d. mens. micr.)

α) Doppelstern-Paare mit gleichen Farben der Componenten:

glänzend weiss	78
weiss	217
weissgelb	27
gelblich	35
gelb	11
goldgelb	2
grün	5
Zusammen	375

β) Doppelstern-Paare mit ähnlichen Farben der Componenten:

gelb und weiss	30
weiss „ blau	53
verschiedengradig gelb	13
„ „ blau	5
Zusammen	101

γ) Doppelstern-Paare mit verschiedenen Farben der Componenten:

gelb und blau	52
„ „ bläulich	52
grün „ blau	16
Zusammen	120

Es ergibt sich sonach, dass bei den meisten Doppelsternen die Farben gleich sind, dass ferner bei den gleichfarbigen Sternen Weiss vorherrscht, dann Gelb und am seltensten Blau vorkommt. Struve's Zusammenstellungen lassen erkennen, dass die Anzahl der Sterne mit Farben, welche gegen das rothe Ende des Spectrums hin liegen (nämlich 118), beträchtlicher ist, als die derjenigen (63), welche eine gegen das blaue Ende des Spectrums hinneigende Farbe zeigen. Vielleicht erklärt sich, wie Struve glaubt (Mens. micr. S. 83), diese Thatsache zum Theil dadurch, dass die blaue Farbe schwieriger aufzufassen ist.

Bei Doppelsternen welche Helligkeitsunterschiede darbieten, sind die Begleiter meist blau. Man hat nach Struve:

Hauptstern weiss, Begleiter blau,	53
„ gelblich, „ „	52
„ gelb, „ „	52
„ grün, „ „	16
Summa	173

Eine merkwürdige Analogie zwischen den Verschiedenheiten der Farben und Helligkeiten hat Struve bei den von ihm beobachteten Doppelsternen nachgewiesen. Sucht man nämlich die Unterschiede der Zahlen, durch welche das Verhältniss der Helligkeiten der Sterne ausgedrückt wird, so hat man für die verschiedenen Abtheilungen folgende Mittelwerthe:

a) Sterne von gleichen Farben.

	Differenzen der Grösse		
	Mittel	Maximum	Minimum
78 glänzend weisse Sterne	0,360	1,2	0,0
217 weisse „	0,459	2,5	0,0
27 gelblich weisse „	0,200	0,5	0,0
35 gelbliche „	0,340	1,5	0,0
11 gelbe „	0,491	1,3	0,0
2 goldfarbene „	0,450	0,6	0,3
5 grüne „	0,760	2,1	0,0
Mittel aus 375 Sternen	0,416		

b) Sterne von gleicher Farbe aber verschiedener Helligkeit.

	Differenzen der Grösse		
	Mittel	Maximum	Minimum
30 weisse und gelbe Sterne	0,820	2,3	0,0
13 gelbe „	0,823	3,5	0,0
58 weisse und blaue „	1,384	4,1	0,1
Mittel aus 101 Sternen	1,144		

c) Sterne von verschiedener Farbe.

52 gelbliche und blaue Sterne	1,581	5,0	0,4
52 glänzend gelb und blaue Sterne	1,917	4,0	0,6
10 grüne „ „ „	2,785	4,1	1,0
Mittel aus 120 Sternen	1,883		

Die Verschiedenheiten der drei Mittelwerthe lassen nicht daran zweifeln, dass für die Doppelsterne der Unterschied der Grössen beider Componenten um so bedeutender ist, je grösser der Unterschied der Farben sich zeigt.

Dass die Verschiedenheit der Färbungen bei den zwei Componenten eines Doppelsternpaares keineswegs in subjectiven Ursachen begründet ist und in das Gebiet der Contrastfarben gehört, beweist am sichersten die Thatsache, dass die Färbung jedes der beiden Sterne unverändert bleibt, wenn der andere Stern ganz aus dem Gesichtsfelde des Fernrohres gebracht wird. Struve bemerkt (Mens. microm. p. LXXVI), dass die Kraft des Dorpater Refractors zur Farbenunterscheidung, bei verschiedenen Vergrösserungen eine verschiedene sei. Es fand sich, dass die mittleren Vergrösserungen in dieser Hinsicht als die geeignetsten erscheinen. Die Beurtheilung der Färbungen der Doppelsterne geschahen meist bei 380 bis 480-maliger Vergrösserung. Bei den stärksten Vergrösserungen, von 600 bis 1000 mal, neigten die Sternfarben, nach Struve's Bemerkung, gegen Gelb, was also bloss einer Wirkung des Oculars zuzuschreiben ist. Vergleicht man die Angaben verschiedener Beobachter bezüglich der Farben von Fixsternen unter einander, so begegnet man häufig beträchtlichen Abweichungen, die man mit Unrecht bis jetzt ausschliesslich einer Verschiedenheit der Farbenauffassung im Auge zugeschrieben hat. Diese Unterschiede finden indess, wie ich mich hinreichend überzeugt habe, auch für einen und denselben Beobachter statt, wenn er sich verschieden kraftvoller Fernrohre bedient oder die Oeffnung seines Instrumentes durch vorgesetzte Schirme willkürlich verändert. Es unterliegt daher keinem Zweifel, dass nur solche Farbenbestimmungen von Fixsternen unter einander vergleichbar sind, welche

mit demselben Instrumente, bei gleichgrosser freier Objectivöffnung und gleicher Vergrösserung, fern von jeder seitlichen, störenden Lichteinwirkung erhalten worden sind.

Die Vergleichung der Angaben W. Herschel's mit denjenigen Struve's, die beide um einen Zeitraum von etwa 40 Jahren auseinander liegen, hat im Allgemeinen bezüglich der Farben der Doppelsterne eine merkwürdige Uebereinstimmung ergeben. Unter 98 Doppelstern-Paaren sind nur bei 2 die beiderseitigen Angaben absolut unvereinbar. Diese zwei Beispiele bieten γ Leonis und γ Delphini, zwei Doppelsterne, die von Herschel als Weiss bezeichnet wurden, während Struve den einen Stern in beiden Paaren goldgelb, den andern im erstern Falle rothgrün, bei γ Delphini aber grünblau findet.

Wenn es in diesen beiden Fällen noch ungewiss bleibt, ob die abweichenden Angaben beider berühmten Beobachter einer wirklichen Farbenveränderung oder, was wahrscheinlicher, einer blossen Verwechselung in den Angaben W. Herschel's zuzuschreiben sind, so gilt dies indess in keiner Weise von der durch Goldschmidt bereits 1857 nachgewiesenen Farbenänderung von σ Persei. Dieser Stern erschien dem berühmten Planetoiden-Entdecker, dessen Auge gerade für Farbenauffassung besonders geübt war, am 23. September 1854 schön rosenroth; am 18. Juli 1855 war diese Farbe nicht mehr zu bemerken und der Stern stach ins Gelbliche; am 2. August war er indess wiederum roth. Fernere Beobachtungen ergaben für die Farbe des Sternes:

1856	Juli	1.	weiss
	„	8.	intensiv gelb
	„	30.	roth
1863	Aug.	7.	weiss
	„	8.	weiss.

Auf den Farbenwechsel des Doppelsternes 95 Herculis dessen beide Componenten 5. Grösse sind und von Struve als apfelgrün und kirschroth bezeichnet wurden, hat neuerdings Piazzi-Smyth aufmerksam gemacht. Schon im Jahre 1844 fand Santini beide Sterne blass und gleichfarbig und dasselbe beobachtete Piazzi-Smyth bei seiner astronomischen Expedition nach dem Pic von Teneriffa.

Meine eigenen Untersuchungen über die Farben der Fixsterne beschränken sich auf rothe Sterne der oberen Grössenclassen. Bei den bisherigen unzulänglichen Mitteln, um Farbenabstufungen von Sternen allgemein durch Zahlen zu bezeichnen, sind scharfe Beobachtungen bei rothen Sternen am besten und sichersten. Je intensiver ferner die Färbung ist, um so sicherer lässt sich über ihre eventuelle Aenderung im Laufe der Zeit, ein begründetes Urtheil fällen. Aus diesen Gründen wurden nur hellere Sterne gewählt, und die Beobachtungen mittels eines lichtvollen Kometensuchers angestellt, wobei folgende Abstufungen unterschieden wurden: tief feuerroth, schwach feuerroth, gelblich roth, röthlich

gelb, chromgelb, gelb. Bei der spätern Zusammenstellung wurde gelb mit 0, tief feuerroth mit 5 bezeichnet und auf diese Weise eine der Argelander'schen Helligkeitsscale analoge Farbenscale erhalten. Es war nothwendig, diese erläuternden Bemerkungen voraufzuschicken, um begreiflich zu machen, auf welche Weise ich nachstehend die Farbenabstufungen durch Zahlen bezeichne. Es fanden sich folgende Werthe für die Farben einzelner Sterne:

γ Aquilae	3,4 ± 0,3
γ Andromedae	2,9 ± 0,2
β „	2,7 ± 0,3
β Ursae min.	3,1 ± 0,3
γ Draconis	3,4 ± 0,2
γ Leonis	3,0 ±
α Tauri	2,6 ± 0,2

Der Stern β Ursae min. wird häufig als gelb bezeichnet und ebenso gibt ihn Humboldt im 3. Bande des Kosmos an. Wäre diese Angabe richtig, so gehörte der Stern zu den die Farbe verändernden von langer Periode.

Die Beobachtungen ergaben mir für α Ursae majoris eine entschiedene Periode des Farbenwechsels. Innerhalb eines Zeitraumes von etwa 5 Wochen schwankt die Farbe des Sternes zwischen 0,8 und 4,0 (vgl. Heis, Wochenschrift 1868, Nr. 23). Die Sterne β Cygni, α Herculis und α Cassiopeiae zeigten gleichfalls eine wenn auch geringe Veränderung ihrer Farbennüance. Aus den construirten Licht-, und Farbencurven dieser Veränderlichen ergibt sich evident, dass einer Intensitätsabnahme der Farbe, d. h. einem Uebergange derselben aus Feuerroth ins Gelbliche, ein Helligkeitszuwachs entspricht. Jene Fixsterne verändern nur scheinbar ihre Helligkeit, in Wahrheit wechseln sie ihre Farbe. Die Physiologen wissen längst, dass ungleich brechbare Strahlen bei gleicher lebendiger Kraft der Schwingungen die Retina in ungleicher Weise erregen.

Anzahl der Fixsterne.

Bei Untersuchungen zur Feststellung der Zahl der Fixsterne sind drei verschiedene Gesichtspunkte zu unterscheiden, indem das Problem sowohl auf die Bestimmung der Zahl der mit blossem Auge sichtbaren Sterne beschränkt, als auch auf Ermittlung der ihren scheinbaren Oertern nach in Katalogen und Himmelskarten eingetragenen Fixsterne, oder endlich auf Schätzung der Anzahl aller in den mächtigsten Fernrohren noch erkennbaren Sterne ausgedehnt werden kann. In jedem dieser Fälle aber sind zur Zeit nur genäherte Zahlenwerthe zu ermitteln, und selbst die genaue Angabe der bezüglich ihres Ortes schärfer bestimmten Fixsterne, ist nur innerhalb beschränkter Grenzen gegenwärtig zu geben.

Bezüglich der Gesammtzahl aller mit blossem Auge noch unterscheidbaren Sterne, können wegen der individuellen Verschiedenheiten der menschlichen Sehkraft, durchaus nur relative Werthe ermittelt werden. Wenn man mit Recht darauf aufmerksam gemacht hat, dass für das unbewaffnete Auge eine gewisse Mittelstufe organischer Fähigkeit existirt, die bei dem älteren Geschlechte (bei Griechen und Römern) dieselbe wie heut zu Tage war, und wenn als Beweis zu dieser Behauptung darauf hingewiesen wird, dass vor mehreren tausend Jahren in der Plejadengruppe nur die sechs hellsten Sterne dritter, vierter und fünfter Grösse (Alkyone, Electra, Atlas, Merope, Maja und Taygeta) unterschieden wurden: so muss doch daran erinnert werden, dass dieser mittlere Werth der Sehkraft des unbewaffneten Auges, von einzelnen Individuen oft beträchtlich überschritten wird. Argelander zählt in seiner Uranometria nova auf einem Flächenraume, der 0,8 des Himmels überdeckt, nur 3256 Sterne 1. bis 6. Grösse, während Heis, mit einem ungleich schärfern Auge begabt, für denselben Raum der Himmelssphäre zu der Zahl von 4701 Sternen gelangt. Die nachstehende Tafel enthält nach Heis die Vertheilung dieser Sterne auf die einzelnen Sternbilder. Es bezeichnet die Columne *a* die Zahl

der Sterne, welche in **Argelander's** Cataloge zur Uranometria nova enthalten sind, *b* die Zahl der von **Heis** mit blossem Auge gesehenen Sterne, die **Argelander's** Catalog nicht enthält, und *c* die Gesammtzahl aller Sterne des betreffenden Sternbildes, die der Astronom von Münster noch mit unbewaffnetem Auge erkennt. (**Heis**, de magnitud. numeroque stell.)

Sternbild	*a*	*b*	*c*	Sternbild	*a*	*b*	*c*
Kleiner Bär	27	27	54	Schlange	50	13	63
Cassiopeia	67	68	135	Ophiuchus	73	16	89
Giraffe	84	49	133	Adler	82	42	124
Drache	130	55	185	Fuchs	37	18	55
Cepheus	89	68	157	Pfeil	16	2	18
Perseus	81	44	125	Delphin	20	9	29
Fuhrmann	69	46	115	Kleines Pferd	13	2	15
Luchs	42	17	59	Pegasus	108	67	175
Grosser Bär	138	65	203	Walfisch	98	41	139
Jagdhunde	54	34	88	Eridanus	93	35	128
Bootes	85	35	120	Hase	22	13	35
Krone, nördliche	26	4	30	Taube	6	—	6
Hercules	155	51	206	Einhorn	66	36	102
Leier	48	17	65	Hund, grosser	39	13	52
Schwan	145	27	172	Schiff Argo	42	16	58
Eidechse	31	23	54	Hydra	75	29	104
Andromeda	83	23	106	Becher	14	6	20
Fische	75	57	132	Jungfrau	100	35	135
Dreieck	15	13	28	Rabe	15	—	15
Widder	50	26	76	Centaur	7	—	7
Stier	121	53	174	Wage	28	18	46
Orion	115	11	126	Wolf	2	—	2
Zwillinge	53	36	89	Scorpion	31	3	34
Hund, kleiner	15	17	32	Schütze	53	7	60
Krebs	47	18	65	Schild Sobiesky's	11	—	11
Löwe	76	49	125	Steinbock	45	7	52
Löwe, kleiner	21	11	32	Wassermann	96	46	142
Sextant	17	14	31	Südl. Fisch	19	1	20
Haar der Berenice	36	12	48				

Heis bemerkt, dass, während er mehrere Sterne die als 6. Grösse in den Catalogen aufgeführt werden, vergeblich mit blossem Auge am Himmel sucht, alle in **Argelander's** Uranometrie eingetragene Sterne für ihn

sichtbar sind; dass er dagegen ausserdem noch eine gewisse Zahl von Sternen 6. Grösse wahrnehme, die sich weder in Bode's Catalog, noch in Harding's Karten finden, ja, dass er sogar einzelne Sterne erkenne, die selbst in Bessel's und Argelander's Zonen und auf den Sternkarten der Berliner Akademie fehlen. Verschiedene der von Heis mit blossem Auge erkannten Sterne, werden in den Catalogen als 6., 7., 7., ja selbst als 8. Grösse bezeichnet. Nichtsdestoweniger ist es diesem scharfsichtigen Beobachter niemals gelungen, einen einzelnen Jupiterstrabanten mit unbewaffnetem Auge zu erkennen, während er allerdings 12 Plejadensterne wahrnimmt, α Capricorni ohne Mühe doppelt, ε Lyrae bisweilen doppelt und fast stets länglich erblickt, Mercur, Venus und Jupiter häufig bei vollem Sonnenscheine und Uranus bei Abwesenheit des Mondlichtes erkennt.

Arago hat die Verhältnisse, welche die Sichtbarkeit lichtschwacher Sterne begünstigen oder vermindern, sehr klar entwickelt. „Das erweiterte Bild eines Sternes 7. Grösse," sagt dieser scharfsinnige Physiker, „erschüttert nicht genugsam die Retina, es erzeugt daher keine merkliche Empfindung des Lichtes. Wenn das Bild durchaus nicht erweitert wäre (durch die divergirenden Strahlen), so würde der Eindruck auf einen bestimmten Punkt der Netzhaut stärker sein und der Stern sichtbar werden. In diesem Falle würde die erste Classe der dem blossen Auge unsichtbaren Sterne nicht die 7. Grössenclasse sein, sondern man würde vielleicht bis zur 12. herabsteigen können. Betrachten wir eine Gruppe von Sternen der 7. Grösse, die einander so nahe stehen, dass die Zwischenräume derselben dem blossen Auge nothwendig entgehen. Wenn das Bild sich rein darstellte, wenn jeder Stern als Punkt erschiene, so würde der Beobachter den Anblick eines hellen Lichtfeldes haben, von dem jeder Punkt den concentrirten Glanz eines Sternes 7. Grösse besässe. Dieser concentrirte Glanz eines Sternes 7. Grösse genügt zur Sichtbarkeit desselben mit blossem Auge. Die Gruppe würde also sichtbar sein. Erweitern wir nun das Bild jedes Sternes der Gruppe auf der Retina; ersetzen wir jeden Punkt des ehemaligen Hauptbildes durch einen kleinen Kreis. In diesem Falle werden die Kreise in einander übergreifen und die verschiedenen Punkte der Netzhaut werden erleuchtet durch Licht, welches von mehreren Sternen gleichzeitig ausgeht. Man wird ohne Schwierigkeit sofort einsehen, dass mit Ausnahme der Ränder des Hauptbildes, dieses genau dieselbe Helligkeit haben wird, als in dem Falle, wo jeder Stern nur einen einzigen Punkt der Retina erhellt. Aber wenn jeder Punkt ein an Intensität gleiches Licht empfängt, wie das concentrirte eines Sternes 7. Grösse, so ist klar, dass die Erweiterung der einzelnen Bilder der aneinander grenzenden Sterne die Sichtbarkeit des Ganzen nicht verhindern wird. Die Fernrohre besitzen, wenn auch in beträchtlich geringerm Grade, den Fehler, den Fixsternen merkliche, factice Durchmesser zu geben. Mit diesen Instrumenten wird man daher, analog wie beim blossen Auge, Gruppen zahlreicher Fixsterne noch wahrnehmen können, die aus Sternen von geringerm Glanze bestehen, als diejenigen besitzen, welche die näm-

lichen Instrumente noch isolirt erkennen lassen." (Annuaire du bur. des long. 1842, p. 284.)

Eine andere Ursache, welche die Sichtbarkeit schwacher Sterne beeinträchtigt, ist das diffuse Licht der Atmosphäre, hervorgerufen durch die vereinigte Lichtstrahlung sämmtlicher Gestirne, in einzelnen seltenen Fällen auch als Product tellurischer Lichterzeugung. Schon Bouguer hat gefunden, dass ein Unterschied der Lichtstärke von $^1/_{60}$ zur Sichtbarkeit nothwendig ist. Es ist zweifellos, dass bei dem Mangel einer atmosphärischen Umhüllung, die Zahl der an dem tiefschwarzen Himmel sichtbaren Objecte eine ungleich grössere sein würde, als dies gegenwärtig der Fall ist, ganz abgesehen von der Absorption, die nach Seidel's Bestimmungen bei senkrechtem Durchgange eines Strahls durch die Atmosphäre $^1/_5$ beträgt (vgl. Bd. I, S. 97 bis 99). Die hauptsächlichsten Ursachen der Ueberglänzung eines schwächern durch ein helleres Licht sind von Arago nachgewiesen worden. „Es ist physiologisch möglich," sagt er, „dass die der Retina durch den hellern Lichtstrahl mitgetheilte Erschütterung sich über die Punkte, welche derselbe direct trifft, hinaus ausdehnt und dass diese secundäre Erschütterung diejenige, welche von dem weniger intensiven Strahle erzeugt wird, gewissermaassen absorbirt und neutralisirt. Allein ohne auf diese physiologischen Ursachen näher einzugehen, gibt es eine directe Veranlassung, welche man für das Verschwinden des schwachen Lichtes herbeiziehen kann, nämlich den Umstand, dass die von dem hellern Lichte kommenden Strahlen nicht bloss ein reines Bild auf der Retina erzeugen, sondern sich auch auf allen Theilen derselben ausbreiten und zwar wegen der unvollständigen Transparenz der Hornhaut. Indem die Strahlen des hellern Körpers *a* die Hornhaut durchlaufen, verhalten sie sich wie beim Durchgange durch einen nicht vollkommen polirten Körper. Ein Theil der regelmässig gebrochenen Strahlen bildet das Bild von *a* selbst, der andere, zerstreute Theil, erleuchtet die ganze Retina. Auf diesem erhellten Grunde projicirt sich nun das Bild des benachbarten Objectes *b*; es muss also entweder verschwinden oder geschwächt werden. Bei Tage tragen zwei Ursachen zur Schwächung des Lichtes der Sterne bei. Die eine ist das deutliche Bild der hellen Lufttheile zwischen dem Auge und dem betreffenden Sterne, auf dem sich erst das Bild des letztern darstellt; die andere Ursache ist in dem diffusen Lichte zu suchen, welches die Unvollkommenheiten der Hornhaut bei den Strahlen von allen Punkten der hellen Atmosphäre erzeugen. Bei Nacht wirken die zwischen dem Auge und dem Sterne lagernden Luftschichten nicht; jeder Stern des Firmaments erzeugt ein reines Bild, aber ein gewisser Theil des Lichtes wird wegen der unvollkommenen Diaphanität der Hornhaut zerstreut. Dasselbe Raisonnement lässt sich auf einen zweiten, dritten, ... tausendsten Stern anwenden und das Endresultat ist, dass die Retina sich in ihrer Totalität von einem diffusen Lichte erleuchtet findet, welches der Zahl und dem Glanze dieser Sterne proportional ist. Man erkennt auf diese Weise leicht, dass die Summe

dieses diffusen Lichtes das Bild eines Sternes, den man betrachtet, schwächen, ja ganz unsichtbar machen kann."

Es ist hier der Ort, der Wirkung der Fernrohre auf die Sichtbarkeit der Sterne als eines wichtigen und interessanten optischen Problems zu gedenken. Auch diese Wirkungsweise ist von dem in allen Theilen der Optik so überaus bewanderten Arago zuerst theoretisch ergründet worden. In seinem Briefe an Humboldt (vom December 1847) gibt er „von einer der Wirkungen der Fernrohre auf die Sichtbarkeit der Sterne" die nachfolgenden theoretischen Erläuterungen (vergl. Arago's Werke Bd. 10, XXXIV).

„Das Auge ist nur mit einer begrenzten Sensibilität begabt; wenn das auf die Retina fallende Licht nicht genug Intensität besitzt, so erweckt es im Auge keinen Eindruck. Durch diesen Mangel von Lichtstärke, entgehen, selbst in den dunkelsten Nächten, eine Menge von Sternen unserer Beobachtung. Die Fernrohre haben, bezüglich der Sterne, die Wirkung, die Lichtintensität des Bildes zu vermehren. Der cylindrische Büschel paralleler Strahlen, welcher, von einem Sterne kommend, auf die Objectivlinse fällt, und deren runde Oberfläche zur Basis hat, findet sich beim Austritte aus der Ocularlinse beträchtlich zusammengedrängt. Der Durchmesser des erstern Cylinders verhält sich zum Durchmesser des letztern, wie die Brennweite des Objectivs zur Brennweite des Oculars, oder auch wie der Durchmesser des Objectivs zum Durchmesser desjenigen Theiles des Oculars, welchen der austretende Strahlenbüschel einnimmt. Die Lichtintensitäten des auffallenden und austretenden Cylinders müssen sich demnach wie die oberflächlichen Ausdehnungen ihrer Grundflächen verhalten. Das (beim Ocular) austretende Lichtbündel wird demnach mehr condensirt, mehr intensiv sein, als das natürliche, auf das Objectiv fallende Bündel und zwar in dem Verhältnisse der Oberfläche des Objectivs zur kreisrunden Oberfläche der Basis des austretenden Bündels. Da das austretende Bündel, falls das Fernrohr vergrössert, schmäler ist, als das cylindrische Bündel der Strahlen, welches auf das Objectiv fällt, so ist klar, dass die Pupille, welches auch immer deren Oeffnung sein mag, mehr Strahlen empfangen wird durch Vermittelung des Fernrohres als ohne dasselbe. Das Teleskop vermehrt daher stets die Intensität des Lichtes der Sterne. Der günstigste Fall rücksichtlich der Wirkung der Fernrohre ist nun augenscheinlich der, in welchem die Pupille den ganzen austretenden Strahlenbüschel empfängt, als derjenige Fall, in welchem der Durchmesser des Büschels kleiner ist, als der Durchmesser der Pupille. In diesem Falle trägt das ganze Licht, welches das Objectiv umfasst, mittels des Teleskops dazu bei, das Bild zu bilden. Beim unbewaffneten Auge kommt dagegen nur ein Theil dieses Lichtes zur Verwendung; es ist dies derjenige kleine Theil, welchen die Oberfläche der Pupille von dem natürlich auffallenden Bündel abschneidet. Die Intensität des teleskopischen Bildes eines Sternes verhält sich demnach zu derjenigen des Bildes im unbewaffneten Auge, wie die Oberfläche des Objectivs zu derjenigen der Pupille."

„Das Vorstehende bezieht sich auf die Sichtbarkeit eines einzigen Punktes, eines einzigen Sternes. Gehen wir nunmehr über zur Beobachtung eines Objects von merklichem Winkeldurchmesser, eines Planeten. Im günstigsten Falle, d. h. wenn die Pupille die Totalität des austretenden Strahlenbündels empfängt, berechnet sich die Lichtintensität eines jeden Punktes des Planeten nach der Proportion, welche oben angegeben wurde. Die totale Menge des Lichtes, welche zur Bildung des ganzen Bildes im unbewaffneten Auge beiträgt, verhält sich demnach auch zur totalen Menge des Lichtes, welches das Bild des Planeten im Fernrohre bildet, wie die Oberfläche der Pupille zur Oberfläche des Objectivs. Die verhältnissmässigen Intensitäten der beiden Bilder eines Planeten, welche sich im blossen Auge und mittels des Fernrohres bilden, müssen aber selbstredend sich in dem Verhältnisse der Oberflächen beider Bilder verringern. Die linearen Dimensionen der beiden Bilder verhalten sich nun, wie der Durchmesser des Objectivs zum Durchmesser des austretenden Strahlenbündels. Die Oberfläche des vergrösserten Bildes übertrifft diejenige des Bildes im blossen Auge daher im Verhältnisse des Quadrats des Durchmessers des Objectivs zum Quadrate des Durchmessers des austretenden Strahlenbündels, oder wie die Oberfläche des Objectivs zur Oberfläche des austretenden Strahlenbüschels."

„Wir haben bereits das Verhältniss der totalen Mengen des Lichtes, welche beide Bilder eines Planeten erzeugen, in dem Verhältnisse der Objectivoberfläche zur Oberfläche der Pupille erhalten. Diese Zahl ist kleiner als der Quotient aus der Oberfläche des Objectivs durch die Oberfläche des austretenden Strahlenbüschels. Hieraus ergibt sich bezüglich der Planeten, dass mittels eines Fernrohres weniger an Licht gewonnen, als durch Vergrösserung der Bildoberfläche auf der Retina eingebüsst wird. Die Intensität dieser Bilder muss daher in dem Maasse abnehmen, als die Vergrösserung des Teleskops wächst."

„Die Atmosphäre kann hier als ein Planet von unbestimmten Dimensionen betrachtet werden. Der Theil derselben, welchen man in einem Fernrohre übersieht, wird daher das nämliche Gesetz der Lichtabschwächung befolgen, welches soeben auseinander gesetzt wurde. Das Verhältniss zwischen der Lichtintensität eines Planeten und dem erhellten Felde, in welchem man ihn erblickt, wird daher durch keine Vergrösserung und kein Fernrohr alterirt. In Beziehung auf die Lichtintensität begünstigen demnach die Teleskope die Sichtbarkeit der Planeten nicht."

„Mit den Fixsternen verhält es sich durchaus nicht ebenso. Die Intensität des Bildes eines Fixsternes ist beträchtlicher im Fernrohre, als beim Anblick mit blossem Auge, und im Gegentheile ist das von diffusem Lichte erleuchtete Gesichtsfeld heller beim blossen Auge, als im Fernrohre. Es existiren also, ohne über die Betrachtungen der Intensität hinauszugehen, zwei Ursachen, aus welchen in einem Fernrohre das Bild eines Sternes vor jenem der Atmosphäre beträchtlich mehr hervortritt, als im blossen Auge."

„Dieses Vorwiegen muss mit der Vergrösserung zunehmen. In der That, sieht man ab von einer gewissen Vergrösserung der Fixsterndurchmesser als Folgen der Wirkung der Diffraction oder Interferenz, sieht man ferner ab von der stärkern Reflexion des Lichtes an der gekrümmtern Oberfläche der Oculare von sehr kurzer Brennweite, so bleibt die Lichtintensität eines Fixsternes bei unveränderter Oeffnung des Objectivs constant, während die Helligkeit des Gesichtsfeldes in dem Maasse abnimmt, als die Vergrösserung wächst. Unter übrigens gleichen Umständen wird also ein Fixstern um so leichter sichtbar, er wird um so mehr im Gesichtsfelde hervortreten, je stärker die Vergrösserung ist, die man anwendet."

Die viel discutirte Möglichkeit des Sehens von Sternen bei Tage aus tiefen Schächten oder auf den Gipfeln sehr hoher Berge, muss hier vorübergehend erwähnt werden. Humboldt gesteht, niemals in Höhen von 14 000 bis 15 000 Fuss, Sterne bei Tage erkannt zu haben, und das Gleiche bemerken auch die Gebrüder Hermann und Adolph Schlagintweit. Dagegen hielt sich Saussure nach den übereinstimmenden Aussagen seiner Alpenführer versichert, dass diese bisweilen in Höhen von 12 000 Fuss und bei günstiger Stellung im Schatten beträchtlicher Bergmassen, Sterne am Tage gesehen hätten. Die Behauptung, welche schon Aristoteles aufstellte, dass bisweilen aus Erdgewölben und Cisternen bei Tage Sterne gesehen würden, muss indess durchaus abgewiesen werden. „Ich habe," sagt Humboldt im dritten Bande des Kosmos, „in Folge meines Berufs als praktischer Bergmann, mehrere Jahre lang einen grossen Theil des Tages in den Gruben zugebracht und durch tiefe Schächte das Himmelsgewölbe im Zenith betrachtet, aber nie einen Stern gesehen; auch in mexicanischen, peruanischen und sibirischen Bergwerken nie ein Individuum aufgefunden, das vom Sternsehen bei Tage hätte reden hören: obgleich unter so verschiedenen Breitengraden, unter denen ich in beiden Hemisphären unter der Erde war, sich doch Zenithalsterne genug hätten vortheilhaft dem Auge darbieten können." Ebenso negativ sind die Resultate gewesen, welche R. Wolf bei seinen Nachfragen erlangte. Der Director der Salinen von Bex, v. Charpentier, bemerkte dem Zürcher Astronomen, dass aus einem 400 Berner Schuh tiefen Schachte, als derselbe über einen Monat unbedeckt war, niemals Sterne am Tage gesehen worden seien, obgleich er und viele Andere absichtlich danach ausschauten, und zu diesem Zwecke häufig in den Schacht gestiegen seien. Gleichzeitig erfuhr v. Charpentier, dass die Arbeiter bisweilen absichtlich die Fabel von dem Sehen der Sterne aus tiefen Schächten erzählen, um diese interessanter zu machen. (Berner Mitth. Juni 1851.) —

Die ersten Versuche einer Ortsbestimmung der mit blossem Auge sichtbaren Fixsterne reichen hinauf bis gegen den Anfang des dritten Jahrhunderts vor Beginn unserer Zeitrechnung, wo Timocharis und Aristillus aus den Zeiten der Auf- und Untergänge die Positionen vieler Fixsterne bestimmten. Sind auch diese Arbeiten (bis auf eine Sternbedeckung durch den Mond 294 v. Chr. und einige andere Beob-

achtungen) nicht auf uns gekommen, und muss man auch gestehen, dass sie nur sehr rohe Resultate liefern konnten: so waren doch diese letzteren genau genug, um anderthalb Jahrhundert später, in der Vergleichung der Beobachtungen Hipparch's, diesen letztern, grössten Astronomen des Alterthums, das Zurückweichen der Nachtgleichen erkennen zu lassen. Freilich ist auch die Sterntafel Hipparch's, die 1080 Positionen für 128 v. Chr. enthielt, in ihrer ursprünglichen Gestalt nicht auf die Gegenwart gekommen; aber ihre hauptsächlichsten Resultate sind uns doch in dem nach Längen und Breiten geordneten Ptolemäischen Cataloge erhalten, den der Almagest aufführt, und welcher, mit Einschluss von fünf sogenannten Nebeln, 1025 Positionen umfasst. Dieser Fixsterncatalog erstreckt sich auf die sechs obersten Grössenclassen, aber er enthält, wegen der grossen Unvollständigkeit in den Angaben der Sterne 5. und 6. Grösse, kaum den vierten Theil der über dem Horizonte von Rhodus oder Alexandrien sichtbaren Fixsterne. Nach Grössenclassen geordnet, enthält dieses Hipparchisch-Ptolemäische Fixsternverzeichniss folgende Summen von Sternen:

1. Grösse	15 Sterne	4. Grösse	474 Sterne
2. „	45 „	5. „	217 „
3. „	208 „	6. „	49 „

Die sehr geringe Zahl der Sterne 6. Grösse ist auffallend; es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass der Beobachter hier nicht nach absoluter Vollständigkeit strebte, sondern nur diejenigen lichtschwächeren Sterne bestimmte, deren Position ihm aus irgend welchen Gründen besonders wichtig erschien. Dieser Catalog, die Bewunderung der Geschlechter, blieb sechszehn Jahrhunderte hindurch der einzige, den das Menschengeschlecht von den mit blossem Auge sichtbaren Fixsternen aufzuweisen vermochte. Erst nachdem im Jahre 1430 des Weltenstürmers Tamerlan Enkel, der Tartarenfürst Ulugh Beigh, die berühmte Sternwarte zu Samarkand errichtet und mit den prachtvollsten und grössten Instrumenten ausgerüstet hatte, erschien 1437 der „Zig Ulugh Beigh“, welcher einen auf eignen, sorgfältigen Beobachtungen beruhenden Fixsterncatalog von 1019 Sternpositionen, auf 1437 reducirt, enthielt und neuerdings der Welt durch Baily's Bearbeitung wieder zugänglich geworden ist. Ist dieser Catalog ursprünglich auch etwas weniger ausgedehnt, als der Hipparchisch-Ptolemäische, so sind doch seine Positionen wesentlich zuverlässigere; aber in dem spätern Commentar von Bekri Altizini finden sich nur 300 im Jahre 1533 beobachtete Sterne. Noch genauer, aber auch wieder weniger umfangreich, ist das Fixsternverzeichniss von Tycho Brahe; es enthält 777 Sterne, sämmtlich auf das Jahr 1600 reducirt. Fast gleichzeitig mit Tycho beobachteten Wilhelm IV., Landgraf von Hessen-Cassel, und Rothmann; sie brachten einen Catalog von 400 wohlbestimmten Sternen zusammen. Sechszig Jahre später, 1677, beschäftigte sich Halley mit der Beobachtung südlicher Sterne und brachte trotz

des kurzen Aufenthaltes auf St. Helena einen Catalog von 350 südlichen Sternen zusammen. Hevel's Sternverzeichniss enthält 1888 Sterne auf das Jahr 1660 reducirt, es ist der letzte Catalog von mit unbewaffnetem Auge bestimmten Positionen. Von 1751 bis 1752, in kaum zehn Monaten, beobachtete Lacaille fast 10000 südliche Sterne. Sein von Henderson auf 1750 reducirtes Sternverzeichniss enthält 9766 südliche Sterne bis zur 7. Grösse. Bradley's unvergleichliche Beobachtungen, die Fundamente der heutigen Astronomie, umfassen 3222 Sterne; sie sind von Bessel auf das Jahr 1755 reducirt worden. Piazzi's Catalog enthält 7646 Sterne für das Jahr 1800, aber die Positionen stehen an Genauigkeit den Bradley'schen erheblich nach. Das Verzeichniss von Rümker umfasst 12000, jenes von Taylor 11015 Sterne. Die Beobachtungen des unglücklichen d'Agelet an dem $7^1/_2$ füssigen Bird'schen Mauerquadranten der Ecole militaire zu Paris, von 1782 bis 1785, enthalten die Positionen von 2907 Sternen zwischen — 36° und + 50° Declination; sie sind von B. A. Gould sehr sorgsam auf 1800 reducirt worden. Lalande's Catalog, gegründet auf die Beobachtuugen von le Français de Lalande und Burckhardt, zwischen 1789 und 1800, enthält in Françis Baily's Bearbeitung 47390 Sterne bis zur 9. Grösse. Groombridge's Beobachtungen lieferten einen werthvollen Catalog von 4243 meist circumpolaren Sternen; sie sind auf 1810 reducirt worden. Bessel hat in den Jahren 1825 bis 1833 etwa 75000 Beobachtungen von Sternen zwischen 15° südlicher und 45° nördlicher Declination als Grundlage eines umfassenden Sterncatalogs angestellt. Aus diesen Zonen sind durch Weisse 31895 Sterne zwischen — 15° und + 15° Declination auf 1825 reducirt worden. Argelander's Durchmusterung des nördlichen Himmels von 45° bis 80° Declination enthält über 22000 Fixsternpositionen. Lamont's Zonenbeobachtungen seit 1840, umfassen nahezu 50000 Sterne. Im Jahre 1866 hat derselbe Astronom ein Verzeichniss von 9412 Aequatorealsternen zwischen — 3° und + 3° Declination, auf den Anfang des Jahres 1850 reducirt, veröffentlicht. Schjellerup's wichtiger Fixsterncatalog enthält die Orte von 10000 teleskopischen Sternen zwischen — 15° und + 15° Declination. Es konnte in dieser fragmentarischen Aufzählung nur der umfassendern Fixsterncataloge der Neuzeit gedacht werden. Die grösseren dieser Sternverzeichnisse sind durch sogenannte Zonenbeobachtungen, bei denen nur eine bestimmt begrenzte Genauigkeit der Positionen angestrebt wird, erhalten worden. Diese Beobachtungen, auf deren Wichtigkeit vor fast einem halben Jahrhunderte der unsterbliche Bessel aufmerksam machte (Astr. Nachr. Bd. I, S. 257 u. ff.), bilden die Grundlage von Himmelskarten, denen im Verlaufe von weniger als einem Menschenalter von den einzelnen Beobachtern eine immer grössere Vollkommenheit, oder bezeichnender, eine immer grössere Tiefe gegeben worden ist. Die ersten, rohen Anfänge dieser Karten, wie wir sie in Bayer's 1654 zu Augsburg erschienener Uranometrie erblicken, die hauptsächlich nach Tycho's Beobachtungen entworfen worden, hatten gleichwohl schon das Gute, dass sie

ein richtiges Princip für die Bezeichnung der Sterne durch Buchstaben des griechischen und römischen Alphabets statt durch besondere Eigennamen, einführten. Der von Hevel 1690 erschienene Himmelsatlas umfasste 1900 auf eignen Beobachtungen beruhende Sternpositionen. Flamsteed's grösserm, auf Greenwicher Beobachtungen beruhendem Atlas coelestis (1729) folgte 1781 des verdienstvollen Bode's „Vorstellung der Gestirne auf 34 Tafeln", ein Himmelsatlas, der 5000 Sterne umfasste. Im Jahre 1796 kündigte Bode einen „neuen Himmelsatlas in grösstem Format" an. „Ich gedenke," sagte der Berliner Astronom in seiner Ankündigung, „diesen neuen Himmelsatlas auf zwanzig Blättern zu liefern. Zwei davon werden die Hemisphären des Widders und der Wage nach einer Aequatorealprojection, sechs die zwölf Sternbilder des Thierkreises und zwölf alle übrigen, sowohl alte als neue Sternbilder der nördlichen und südlichen Halbkugel vorstellen. Diese achtzehn Specialkarten werden über 10000 von einander verschiedene Sterne, Nebelflecke und Sternhaufen, erstere bis zur 7. Grösse, in etwa 103 Sternbilder vertheilt, enthalten." Die erste Lieferung dieser Karte erschien 1797, vollendet wurde das Werk 1801. Man hat ihm trotz unleugbarer Vorzüge mit Recht den Vorwurf gemacht, dass die Zeichnungen der Sternbildfiguren die eigentlichen Sterne allzu sehr in den Hintergrund drängen. Von diesen Mängeln vielfach frei und weit umfassender ist Harding's berühmter Atlas novus coelestis (Göttingen 1827) auf 27 Tafeln gegen 70000 Sterne umfassend: mit Ausnahme der Ekliptikalregionen bis zum vergangenen Jahrzehnt das umfassendste Kartenwerk des Himmels. Hierhin gehört noch die Erwähnung von Schwinck's Mappa coelestis (1838), eines sorgfältig entworfenen Kartenwerks, das in fünf Blättern 12148 Sterne 1. bis 7. Grösse enthält.

Das Unternehmen der Sternkarten der Berliner Akademie nach Bessel's Plane entworfen und zum Theile auch auf seine Zonenbeobachtungen begründet, hat einer unverhältnissmässig langen Zeit zu seiner Vollendung gebraucht, trotzdem besonders Encke, der gleich nach seiner Niederlassung in Berlin mit hinzugezogen wurde, beträchtliche Mühe darauf verwandte. Diese Karten sollten, nach Bessel's Idee, neben einer genauen Kenntniss des Himmels auch die Mittel darbieten, etwa noch vorhandene Körper unsers Sonnensystems, unter den Fixsternen erkennen zu lassen. Auf 24 Blättern sollte der Raum des Himmels von 15° nördlich und südlich des Aequators wiedergegeben und alle Sterne aufgenommen werden, die mit einem Fraunhofer'schen Kometensucher von 34''' Oeffnung bei zehnmaliger Vergrösserung sichtbar sind. Die gänzliche Realisirung dieses Projectes hat deshalb eine so lange Zeit in Anspruch genommen, weil viele Mitarbeiter die Sache entweder liegen liessen oder nur sehr langsam betrieben. Die vollständige Fertigstellung dieser Himmelskarten erfolgte erst im Jahre 1858, fünf Jahre früher als der grosse Argelander'sche Himmelsatlas erschien, der, innerhalb eines Zeitraumes von 7 Jahren, ganz allein auf der Bonner Sternwarte angefertigt,

die Berliner Karten weit hinter sich zurücklässt. Dieser Atlas wird voraussichtlich für einen langen Zeitraum von vielen Decennien das Hauptkartenwerk des gestirnten Himmels bilden, so dass, der Grossartigkeit des Gegenstandes entsprechend, es geboten erscheint, bei der Genesis desselben hier kurz zu verweilen.

Die Grundlage der Argelander'schen Himmelskarten bildet die Durchmusterung des nördlichen Himmels, welche in den Jahren 1852 bis 1862 auf der Bonner Sternwarte ausgeführt worden ist. Die Positionen sind nicht, wie es meist bisher geschehen (besonders in den Berliner Karten), nach erfolgter Eintragung der in den verschiedenen Catalogen publicirten Sternpositionen in ein Kartennetz, durch Hinzufügung der noch unbestimmten Sterne mittels Einzeichnung nach dem Augenmaasse erhalten worden: sondern alle Sterne sind durch neue, absolute Beobachtungen mit derjenigen Genauigkeit bestimmt worden, welche der nächste Zweck, die Darstellung von Himmelskarten, erfordert. Die Karten erstrecken sich über die ganze Nordhemisphäre bis zum Parallelkreise von 2° südlicher Declination. Diese beiden Parallelstreifen des südlichen Himmels sind beigefügt worden, um eine Vergleichung möglich zu machen, falls auf der südlichen Erdhemisphäre dereinst eine, den antarktischen Himmel umfassende, analoge Arbeit sollte ausgeführt werden. Als Instrument für die Beobachtungen diente ein Fraunhofer'scher Kometensucher von 24 Zoll Brennweite und 34 Linien Oeffnung, versehen mit einem orthoskopischen Oculare von zehnmaliger Vergrösserung, das freilich ein ausgedehnteres Gesichtsfeld und grössere Lichtstärke gewährt, als die gewöhnlichen Münchener Oculare. Die erste Beobachtung begann am 25. Februar 1852, die letzte fand statt am 27. März 1859, innerhalb welcher Zeit in 625 Nächten 1841 Zonen beobachtet, und in runder Summe 1 065 000 einzelne Observationen angestellt wurden. Die Gesammtzahl der in die Karten auf einem Areale von 21 346 Quadratgraden eingezeichneten Sterne beträgt nach Argelander 324 198, so dass im Mittel auf jeden Quadratgrad 15,19 Sterne kommen. Diese Sternenfülle ist freilich in den verschiedenen Regionen des Himmels beträchtlich verschieden. In der Milchstrasse [illegible] Werth im Mittel 29⅓, das absolute Maximum [illegible] deren Mitte auf 19^h 56′ Rectascension [illegible] erreicht 41,4, das Minimum in der [illegible] den Pol der Milchstrasse, schwankt [illegible] sternärmste Gegend findet sich indess in [illegible] Hörnern des Stiers, wo für die 22 Quadrat[illegible] Rectascension und 27,5° nördl. Decli[illegible] [illegible] beträgt.

[illegible] unter seiner Aufsicht die mühevolle Arbeit [illegible] Argelander's grossem Cataloge aufge[illegible] [illegible] Aequator, ausführen lassen und der Wiener [illegible] umfassenden Arbeit in Verzeichnissen, die [illegible] Schichteln der scheinbaren Helligkeit geordnet

sind, am 21. Januar [illegible] ... gende tabellarischen [illegible] ... Bd LIX, 2. Abthl.)

Zahl der Sterne [illegible] nach dem [illegible]

Grössen-classe	Zahl der Sterne	Grössen-classe	Zahl der Sterne
1,0	4	5,3	93
1,1	1	5,4	40
1,2	1	5,5	185
1,3	2	5,6	30
1,4	0	5,7	115
1,5	0	5,8	177
1,6	0	5,9	48
1,7	2	6,0	618
1,8	0	6,1	106
1,9	0	6,2	[illegible]
2,0	16	6,3	275
2,1	2	6,4	101
2,2	4	6,5	1 229
2,3	5	6,6	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

die Berliner Karten weit hinter sich zurücklässt. Dieser Atlas wird voraussichtlich für einen langen Zeitraum von vielen Decennien das Hauptkartenwerk des gestirnten Himmels bilden, so dass, der Grossartigkeit des Gegenstandes entsprechend, es geboten erscheint, bei der Genesis desselben hier kurz zu verweilen.

Die Grundlage der Argelander'schen Himmelskarten bildet die Durchmusterung des nördlichen Himmels, welche in den Jahren 1852 bis 1862 auf der Bonner Sternwarte ausgeführt worden ist. Die Positionen sind nicht, wie es meist bisher geschehen (besonders in den Berliner Karten), nach erfolgter Eintragung der in den verschiedenen Catalogen publicirten Sternpositionen in ein Kartennetz, durch Hiuzufügung der noch unbestimmten Sterne mittels Einzeichnung nach dem Augenmaasse erhalten worden: sondern alle Sterne sind durch neue, absolute Beobachtungen mit derjenigen Genauigkeit bestimmt worden, welche der nächste Zweck, die Darstellung von Himmelskarten, erfordert. Die Karten erstrecken sich über die ganze Nordhemisphäre bis zum Parallelkreise von 2° südlicher Declination. Diese beiden Parallelstreifen des südlichen Himmels sind beigefügt worden, um eine Vergleichung möglich zu machen, falls auf der südlichen Erdhemisphäre dereinst eine, den antarktischen Himmel umfassende, analoge Arbeit sollte ausgeführt werden. Als Instrument für die Beobachtungen diente ein Fraunhofer'scher Kometensucher von 24 Zoll Brennweite und 34 Linien Oeffnung, versehen mit einem orthoskopischen Oculare von zehnmaliger Vergrösserung, das freilich ein ausgedehnteres Gesichtsfeld und grössere Lichtstärke gewährt, als die gewöhnlichen Münchener Oculare. Die erste Beobachtung begann am 25. Februar 1852, die letzte fand statt am 27. März 1859, innerhalb welcher Zeit in 625 Nächten 1841 Zonen beobachtet, und in runder Summe 1 065 000 einzelne Observationen angestellt wurden. Die Gesammtzahl der in die Karten auf einem Areale von 21 346 Quadratgraden eingezeichneten Sterne, beträgt nach Argelander 324 198, so dass im Mittel auf jeden Quadratgrad 15,19 Sterne kommen. Diese Sternenfülle ist freilich in den verschiedenen Regionen des Himmels beträchtlich verschieden. In der Milchstrasse erreicht sie den bedeutendsten Werth, im Mittel $29^1/_3$, das absolute Maximum in den 20 Quadratgraden, deren Mitte auf 19° 56' Rectascension und 37,5° nördl. Declination fällt, erreicht 41,4, das Minimum in der Nähe des Haupthaares der Berenice, um den Pol der Milchstrasse, schwankt zwischen 7 und 9. Die absolut sternärmste Gegend findet sich indess in der Nähe der Milchstrasse, an den Hörnern des Stiers, wo für die 22 Quadratgrade, deren Mitte auf 4^h 26^m Rectascension und 27,5° nördl. Declination fällt, die Sternenfülle nur 5,9 beträgt.

Karl von Littrow hat unter seiner Aufsicht die mühevolle Arbeit der genauen Zählung aller, in Argelander's grossem Cataloge aufgeführten Sterne nördlich vom Aequator, ausführen lassen und der Wiener Akademie die Resultate dieser umfassenden Arbeit in Verzeichnissen, die nach Declinationen und Zehnteln der scheinbaren Helligkeit geordnet

sind, am 21. Januar 1869 vorgelegt. Ich entlehne dieser Zählung folgende tabellarischen Angaben. (Sitzungsber. d. Wiener Akademie 1869, Bd. LIX, 2. Abthl.)

Zahl der Sterne der einzelnen Grössenclassen, nach dem Bonner Verzeichnisse.

Grössen-classe	Zahl der Sterne	Grössen-classe	Zahl der Sterne
1,0	4	5,3	93
1,1	1	5,4	40
1,2	1	5,5	185
1,3	2	5,6	30
1,4	0	5,7	115
1,5	0	5,8	177
1,6	0	5,9	48
1,7	2	6,0	618
1,8	0	6,1	106
1,9	0	6,2	293
2,0	16	6,3	275
2,1	2	6,4	101
2,2	4	6,5	1 239
2,3	5	6,6	159
2,4	0	6,7	457
2,5	6	6,8	901
2,6	1	6,9	237
2,7	0	7,0	2 141
2,8	3	7,1	345
2,9	0	7,2	984
3,0	30	7,3	1 356
3,1	6	7,4	516
3,2	12	7,5	2 860
3,3	12	7,6	609
3,4	5	7,7	1 537
3,5	30	7,8	2 484
3,6	3	7,9	991
3,7	10	8,0	5 622
3,8	14	8,1	1 778
3,9	8	8,2	3 650
4,0	56	8,3	4 609
4,1	16	8,4	3 101
4,2	34	8,5	9 788
4,3	21	8,6	4 189
4,4	8	8,7	6 799
4,5	60	8,8	10 963
4,6	15	8,9	7 596
4,7	36	9,0	23 277
4,8	51	9,1	15 615
4,9	15	9,2	20 734
5,0	194	9,3	31 278
5,1	36	9,4	34 951
5,2	83	9,5	111 276

Sternhäufigkeit des nördlichen Himmels

Parallelzone n. Declin.	Sterngrössen				
	1,0 bis 1,9	2,0 bis 2,9	3,0 bis 3,9	4,0 bis 4,9	5,0 bis 5,9
0°	—	—	2	3	13
1	—	—	—	1	12
2	—	—	7	10	18
3	—	1	—	4	6
4	—	—	3	7	13
5	1	—	1	3	13
6	—	2	3	6	9
7	—	—	—	5	14
8	1	—	2	6	12
9	—	1	4	7	18
10	—	—	4	3	13
11	—	—	2	3	22
12	1	1	—	4	12
13	—	—	2	—	19
14	—	2	3	6	19
15	—	1	4	3	13
16	1	1	2	4	25
17	—	—	3	5	16
18	—	—	2	11	14
19	1	—	3	3	18
20	—	2	—	9	20
21	—	2	1	7	14
22	—	1	4	5	16
23	—	—	3	10	13
24	—	—	3	4	18
25	—	—	2	4	16
26	—	—	1	6	15
27	—	2	2	4	20
28	1	2	2	5	22
29	—	—	2	7	11
30	—	—	1	3	13
31	—	—	4	3	17
32	1	—	4	3	13
33	—	1	3	2	15
34	—	1	2	6	13
35	—	—	1	4	11
36	—	—	1	3	18
37	—	—	2	14	20
38	1	1	—	4	12
39	—	1	3	8	14
40	—	—	2	5	18
41	—	1	2	4	13
42	—	—	1	8	17
43	—	—	1	3	18
44	1	1	1	3	8

nach dem Bonner Verzeichnisse.

Sterngrössen				Veränder-liche	Nebel
6,0 bis 6,9	7,0 bis 7,9	8,0 bis 8,9	9,0 bis 9,5		
42	148	885	3994	1	1
41	154	803	3821	—	—
46	165	868	3638	1	1
37	159	873	3854	1	—
27	147	913	3982	—	1
40	143	980	4082	—	—
40	169	911	4101	1	1
31	156	869	4051	3	—
34	154	927	4033	4	1
51	162	898	4180	3	—
45	181	885	3893	1	—
52	189	924	3904	—	1
52	169	903	3918	3	8
61	170	820	4130	1	6
77	196	817	3978	2	—
78	268	809	3818	2	2
71	205	805	3928	1	—
71	169	807	3937	—	—
56	211	842	4131	1	2
85	196	813	4089	3	—
68	195	869	4265	2	—
60	205	859	3877	—	1
66	209	894	3758	2	2
77	214	868	3668	2	—
74	180	913	3693	2	—
63	229	952	3807	—	—
61	189	872	3600	—	2
48	191	818	3593	2	—
54	183	862	3578	1	1
51	230	930	3830	—	4
64	200	943	3866	1	1
71	233	934	3776	1	—
72	223	871	3586	1	—
66	227	898	3622	1	2
69	239	906	3832	—	—
59	229	1005	3863	1	—
86	242	962	3842	—	1
80	246	938	3636	1	—
84	232	974	3809	1	—
80	273	1039	3805	—	—
81	285	1066	3775	1	3
70	244	956	3649	—	—
85	236	948	3553	—	—
77	232	919	3386	2	1
66	213	835	3428	—	—

Die Unregelmässigkeit in den Zahlenreihen für die verschiedenen Zehntelgrössen kann, wie auch Littrow hervorhebt, nicht überraschen, wenn man bedenkt, dass die unmittelbaren Schätzungen in den Bonner Beobachtungen sich nur auf halbe Grössen bezogen und man daher in den angesetzten Zehnteln Mittelwerthe aus den verschiedensten Notirungen vor sich hat.

Argelander's neue Uranometrie enthält für die dem blossen Auge sichtbaren Sterne verhältnissmässig sehr genaue Helligkeitsbezeichnungen, aber analoge Karten des südlichen Himmels waren bis zur Gegenwart ein frommer Wunsch. Erst im Jahre 1866 hat Dr. Behrmann, auf einer zehnmonatlichen Reise nach der südlichen Erdhemisphäre, die Construction von Karten des Südhimmels ausgeführt, welche alle dem blossen Auge sichtbaren Sterne ihrer Position und Grösse nach umfassen. Der Beobachter fand die Gesammtzahl dieser Sterne über 2000, während man nach Einblick in Argelander's Uranometrie eine weit geringere Zahl erwarten sollte. Der Grund dieser Incongruenz scheint sowohl in einem grösseren Sternreichthum der südlichen Himmelshälfte, als auch in dem Unterschiede der Sehkraft und dem reinen Himmel der Tropen begründet zu sein.

Während die Bonner Himmelskarten die vorläufige Kenntniss aller Sterne bis zur 9. Grösse gewähren, also dem ersten Theile des vor fast einem halben Jahrhunderte von Bessel (Astr. Nachr. Bd. I, S. 257 u. ff.) nachgewiesenen Bedürfnisses entgegenkommen, blieb es der Gegenwart vorbehalten, den Bessel'schen Vorschlag auch in seinem zweiten Theile zu realisiren, d. h. die genauen Positionen aller Sterne bis zur 9. Grösse an Meridianinstrumenten festzustellen. Hauptsächlich auf Argelander's Veranlassung, hat die deutsche astronomische Gesellschaft die Ausführung dieses grossen Planes in die Hand genommen und in der dritten Generalversammlung (1869 zu Wien) ein definitives Programm aufgestellt, nach welchem die Beobachtungen zu richten sind. Die auszuführende Arbeit erstreckt sich auf die Gegend zwischen — 2° und + 80° der Declination. Für die südlicheren Gegenden fehlen in manchen Stunden der Rectascension noch die nöthigen Anhaltspunkte, die Gegend um den Nordpol bis 9° Polardistanz ist dagegen erst unlängst von Carrington vollständig catalogisirt, die Durchbeobachtung des Gürtels von 80° bis 81° nördlicher Declination hat sich bereits seit einigen Jahren die Hamburger Sternwarte zur Aufgabe gestellt, und ausserdem sind auf der Kasaner Sternwarte die Sterne zwischen 80° und dem Pol in neuester Zeit mit grosser Vollständigkeit und Genauigkeit beobachtet worden. Eine Wiederholung der Beobachtung dieser Zone wäre daher überflüssig. Die Ausführung der Arbeit innerhalb der angegebenen Grenzen haben die hauptsächlichsten Sternwarten Europas übernommen, der Art, dass durchschnittlich jede eine Zone von etwa 5° übernahm. Innerhalb der gesteckten Grenzen werden alle Sterne beobachtet, welche in der Bonner Durchmusterung die Grösse 9,0 oder eine hellere haben, ferner alle

schwächer angegebenen, die in den Zonenbeobachtungen der Histoire céleste oder den Königsberger und Bonner Zonen vorkommen. Jeder Stern wird zwei Mal beobachtet und der mittlere Ort für das Aequinoctium von 1875,0 daraus hergeleitet. Zeigt sich zwischen den Resultaten der beiden Beobachtungen eine grössere Differenz, so wird der Fehler durch eine dritte Beobachtung aufgeklärt. Die Beobachtungen sind Differentialbeobachtungen. Um in die Arbeiten der verschiedenen Sternwarten Einheit und Zusammenhang zu bringen, wird auf der Pulkowaer Sternwarte eine Reihe von 539 über den nördlichen Himmel möglichst gleichförmig vertheilten Sternen aufs Sorgfältigste bestimmt, an welche die Beobachtungen in der Art angeschlossen werden, dass Uhrstand und Polpunkt nur vermittelst der Positionen dieses Pulkowaer Verzeichnisses, und zwar aus hinreichend nahe gelegenen Sternen, ermittelt werden. Bei der regen Betheiligung der hervorragendsten Sternwarten an diesem grossen Werke, kann dessen Vollendung in nicht zu langer Zeit sicher erwartet werden.

Berechnungen der Gesammtzahl aller Fixsterne, welche noch in mächtigen Teleskopen erkannt werden, können nach dem gegenwärtigen Zustande des Wissens nur eine beschränkte Zuverlässigkeit beanspruchen. Sie werden im Laufe der Zeiten in dem Maasse an Genauigkeit und Sicherheit gewinnen, als die Sterncataloge und Himmelskarten eine immer grössere Ausdehnung über die geringeren Grössenclassen der Sterne erhalten.

Die älteren Versuche dieser Art sind daher meist Schätzungen, die fast jeder wissenschaftlichen Grundlage ermangeln. So gibt z. B. Lalande (Histoire céleste p. IV.) die Zahl der von ihm beobachteten, mit blossem Auge sichtbaren Sterne zu 6000 an; allein eine genauere Untersuchung Argelander's findet für die Gesammtsumme dieser Sterne 1. bis 6. Grösse bloss 3800, in dem zwischen — 26° 30′ und + 90° Declination liegenden Theile des Himmels, welchen Lalande's Beobachtungen umfassen. Da dieser Theil 0,72310 der vollständigen Sphäre ist, so würde sich für den ganzen Himmel die Anzahl von 5255 dem blossen Auge sichtbaren Sternen ergeben. Das stimmt ziemlich überein mit dem Werthe von 5800 einzelnen, dem blossen Auge an der ganzen Himmelssphäre sichtbaren Sternen, zu welchem Heis durch seine mühevolle Arbeit gelangt ist.

Struve gibt (Descript. de l'Observ. de Poulkowa p. 268) die Zahl der Sterne bis zur 7. Grösse in der von ihm durchmusterten Himmelsgegend zwischen — 15° und + 90° Declination zu 13 400 an, woraus für den ganzen Himmel 21 300 folgen würden. In der Einleitung zu Weisse's Reduction der Königsberger Zonen, findet Struve nach einer Wahrscheinlichkeitsrechnung, von — 15° bis + 15° Declination: 3903 Sterne 1. bis 7. Grösse, also für den ganzen Himmel 15 050. Diese Zahl ist geringer als die eben angeführte, weil Bessel die helleren Sterne fast eine halbe Grössenclasse geringer schätzte als Argelander. Nach einer genauern Discussion des zur Zeit vorliegenden Materials, gab Arge-

lander 1850 (im Kosmos Bd. III, S. 190 bis 193) folgende Zahlen für die Summen aller Sterne der einzelnen Grössenclassen:

1. Grösse	20	Sterne
2. „	64	„
3. „	190	„
4. „	425	„
5. „	1 100	„
6. „	3 200	„
7. „	13 000	„
8. „	40 000	„
9. „	142 000	„
Total	200 000	Sterne.

Gegenwärtig bietet die grosse, auf der Bonner Sternwarte vollendete Arbeit der Mappirung sämmtlicher Sterne 1. bis 9,5. Grösse des nördlichen Himmels Gelegenheit, diese eben angegebenen Zahlen mit den Resultaten genauerer und umfassenderer Beobachtungen zu vergleichen. Setzt man im Mittel die südliche Hemisphäre des Himmels ebenso sternreich als die nördliche, so ergeben sich folgende Gesammtsummen für die einzelnen Grössenclassen:

1. Grösse	16	Sterne
2. „	70	„
3. „	198	„
4. „	460	„
5. „	1 496	„
6. „	6 004	„
7. „	19 902	„
8. „	68 338	„
9. „	533 356	„
Total	629 840	Sterne.

Man sieht, diese letzteren, auf wirklichen Zählungen basirenden Sternsummen, übertreffen die früheren Schätzungen um mehr als das Dreifache. Man kann hiernach mit einem hohen Grade von Sicherheit die Gesammtzahl aller Sterne des Himmels von der ersten bis zur Grössenclasse 9,5 incl. zu rund 600 000 angeben.

In seiner, der Wiener Akademie vorgelegten Abhandlung „Zählung der nördlichen Sterne im Bonner Verzeichnisse, nach Grössenclassen," hat Karl v. Littrow, auf die erhaltenen Werthe gestützt, weitere Untersuchungen über die Zahl und Vertheilung der Sterne im Raume angestellt. (Sitzb. d. Wien. Acad. d. Wissensch. Bd. LIX, Abth. II.).

Von der Voraussetzung ausgehend, dass die Sterne durchschnittlich gleiche Entfernung von einander haben und die Unterschiede der Leuchtkraft durch die Unterschiede der Distanzen von der Erde bestimmt wer-

den, findet derselbe, wenn das gesammte Material nach halben Grössenclassen zusammengefasst wird und alle Sterne zwischen 1,3 und 1,7 zur Grösse 1,5, ebenso alle Sterne zwischen 1,8 und 2,2 zur Grösse 2,0 u. s. w. gezählt werden, folgende Ergebnisse.

Bezeichnet z_m die Zahl der Sterne bis incl. $m$ter Grösse, Z_m die Zahl der Sterne $m$ter Grösse allein und $r_{m+0,5}$ den Umschlussradius für diese Sterne $m$ter Grösse, wobei die mittlere Distanz der Sterne 1. Grösse die Einheit bildet, so hat man:

$$z_m = 1{,}3648 \,.\, (3{,}5302)^m$$
$$Z_m = 0{,}6385 \,.\, (3{,}5302)^m$$
$$r_{m+0,5} = \frac{1}{\delta^{m-1}} = \frac{0{,}6568}{(0{,}6568)^m}$$

Aus diesen Formeln ergeben sich leicht folgende Resultate für die

Nördliche Hemisphäre.

Sterne	Rechnung	Zählung	Umschluss-radien
Grösse 1	2	6	0 bis 1,0
„ 1,5	4	4	1,0 „ 1,2
„ 2,0	8	22	1,2 „ 1,5
„ 2,5	15	12	1,5 „ 1,9
„ 3,0	28	51	1,9 „ 2,3
„ 3,5	53	60	2,3 „ 2,9
„ 4,0	99	128	2,9 „ 3,5
„ 4,5	186	140	3,5 „ 4,4
„ 5,0	350	379	4,4 „ 5,4
„ 5,5	658	463	5,4 „ 6,6
„ 6,0	1 236	1 242	6,6 „ 8,2
„ 6,5	2 322	2 231	8,2 „ 10,1
„ 7,0	4 362	4 608	10,1 „ 12,5
„ 7,5	8 197	6 878	12,5 „ 15,4
„ 8,0	15 400	14 525	15,4 „ 19,0
„ 8,5	28 935	28 486	19,0 „ 23,4

Den Umschlussradius für die Sterne 16. Grösse nach der gewöhnlichen Ausdrucksweise oder beiläufig der Grösse 15,8 der obigen Bezeichnung, findet man gleich 504 der angenommenen Einheiten, also sehr nahe übereinstimmend mit W. Herschel, der aus seinen Aichungen die grösste Entfernung der uns noch sichtbaren Fixsterne der Milchstrasse zu 497 Siriusweiten schätzte. Die Anzahl dieser Sterne bei durchaus gleicher

Vertheilung derselben im Raume ergibt sich aus den obigen Formeln Littrow's zu 617 Millionen für die nördliche Hemisphäre oder etwa 1200 Millionen für den ganzen Himmel.

Diese Zahlen bezeichnen freilich nur Annäherungen an die Wahrheit; aber nach den Grundlagen zu urtheilen, auf denen sie basiren, wird die Zukunft sie niemals erheblich modificiren können. Wenn das ungeübte Auge zu der nächtlich leuchtenden Sternendecke emporschaut und die durch intermittirendes Flimmern und unregelmässige Ausstreuung und Lichtstrahlung scheinbar ins Unzählige vermehrte Sternenmenge staunend bewundert: so ist es der Wissenschaft von heute gegeben, zu zeigen, wie die dem blossen Auge unzählbar vorkommende Sternenmenge kaum dem dreimalhunderttausendsten Theile derjenigen Fixsternzahl gleichkommt, welche in den mächtigsten Teleskopen noch isolirt wahrgenommen werden können.

Die scheinbare Vertheilung der Sterne am Himmelsgewölbe ist, wenn man nicht bis zu den schwächeren Grössenclassen hinabsteigt, eine sehr unregelmässige. Erst wenn man bis zur 7. Grössenclasse fortschreitet und dabei ausgedehntere Räume des Himmels umfasst, zeigen sich Ungleichheiten, die auf eine Gesetzmässigkeit höherer Ordnung hinweisen. So fand Schwinck die Vertheilung der 12 148 Sterne seiner Mappa coelestis in vier Gruppen wie folgt:

in Rectascension	50°	bis	140°	: 3147	Sterne,
„	140°	„	230°	: 2627	„
„	230°	„	320°	: 3529	„
„	320°	„	50°	: 2851	„

Der unter Baily's Aufsicht bearbeitete und 1845 erschienene Sterncatalog der British Association, welcher beide Hemisphären umfasst, zeigt folgende Vertheilung der darin aufgeführten 8377 Sterne 1. bis 7,5. Grösse:

Rectascension	0^h	bis	4^h	: 1273	Sterne,
„	4^h	„	8^h	: 1446	„
„	8^h	„	12^h	: 1362	„
„	12^h	„	16^h	: 1274	„
„	16^h	„	20^h	: 1551	„
„	20^h	„	24^h	: 1471	„
	Total	.	.	8377	Sterne.

R. Wolf hat die Vertheilung der Sterne dieses Catalogs sehr genau untersucht und gibt davon folgende Tafel:

Rectascension	Declination + 90°	+ 75°	+ 60°	+ 45°	+ 30°	+ 15°	0°	− 15°	− 30°	− 45°	− 60°	− 75°	− 90°	Summe
0h		11	19	35	22	35	49	34	11	39	30	27	10	322
1		14	29	25	27	44	48	24	15	39	37	21	7	330
2		6	11	37	28	45	37	26	18	44	22	38	7	319
3		7	16	29	22	68	23	23	21	44	18	24	7	302
4		8	13	27	24	77	39	24	17	41	23	15	5	313
5		5	11	30	36	70	45	46	22	55	31	18	7	376
6		7	14	26	21	69	28	15	34	74	55	23	4	370
7		6	13	27	16	62	28	18	39	66	70	19	3	387
8		5	22	18	27	72	40	17	26	56	80	24	7	394
9		4	13	23	31	37	45	30	14	38	59	44	6	344
10		7	9	15	39	29	55	27	24	24	62	48	11	344
11		3	10	14	17	24	54	25	17	29	38	40	9	280
12		14	11	20	15	46	34	37	17	30	52	28	5	309
13		6	7	16	32	25	20	58	37	30	38	29	7	305
14		4	9	24	27	20	20	41	48	25	28	24	10	280
15		11	13	21	27	31	21	26	106	37	53	29	5	380
16		6	17	22	28	29	43	18	102	75	44	32	3	417
17		3	11	22	24	25	26	16	99	72	37	28	3	366
18		9	17	30	32	23	17	24	125	71	24	29	5	406
19		3	16	40	34	49	30	24	83	29	23	27	4	362
20		14	19	46	50	30	27	42	103	28	27	37	6	429
21		8	27	44	27	27	23	48	68	23	43	26	6	370
22		12	25	36	32	19	25	66	28	28	42	24	10	347
23		6	25	31	22	24	37	41	31	30	38	31	9	325
Summe		179	377	658	660	980	814	750	1103	1047	974	679	156	8377

R. Wolf leitet aus dieser tabellarischen Zusammenstellung ab: 1. dass der südliche Himmel weit sternreicher sei als der nördliche; 2. dass die beiden nördlich und südlich dem Aequator zunächst liegenden Zonen (trotz ihrer grössern Fläche) absolut sternärmer seien als die ihnen folgenden Zonen; 3. dass die Milchstrasse sich in dieser Sternansammlung noch nicht deutlich abzeichne, wenngleich sie allerdings, im Ganzen genommen, die reicheren Parthien durchziehe; sie sei also durch den Gehalt an grösseren Sternen (bis zur 6. und 7. Grösse) nicht besonders ausgezeichnet.

Die weitere Verfolgung dieses Gegenstandes wird weiter unten in einem besondern Capitel „über den Bau des Himmels“ stattfinden.

Die veränderlichen Sterne.

Die Veränderlichkeit des Sternenlichtes, eine Erscheinung, die geeignet ist, an der Hand spectralanalytischer Untersuchungen und der geläuterten Vorstellungen von der Bildungsgeschichte der Weltkörper, mit der Zeit zu überraschenden Schlüssen über die Zustände der Materie in den Tiefen der Himmelsräume zu leiten, war dem Alterthume und dem Mittelalter völlig unbekannt.

Die erste Wahrnehmung der Veränderlichkeit im Glanze eines Fixsterns machte David Fabricius, der am 13. August 1596 den Stern *o* Walfisch von der 3. Grösse beobachtete, aber im folgenden October sich vergeblich nach demselben umsah. Sieben Jahre später trug Johann Bayer in seine Uranometrie den Stern als 4. Grösse ein, aber erst Johann Phocylides Holwarda erkannte dessen periodische Veränderlichkeit, als er ihn im December 1638 von der 3. Grösse sah, ihn im folgenden Sommer vergebens suchte, aber am 7. November an dem alten Orte wiedererblickte. Dieser ersten Entdeckung eines veränderlichen Sternes reihte sich nach ungefähr 30 Jahren eine weitere an, indem 1667 Geminiano Montanari die Veränderlichkeit von β Perseus bemerkte, wenngleich freilich erst Goodricke 1782, also mehr als ein volles Jahrhundert später, den wahren Charakter dieser Variabilität ergründete. Der Entdeckung der Veränderlichkeit von χ Cygni durch Gottfried Kirch (1687) folgte diejenige von 30 Hydrae durch Maraldi, R Leonis (1780) durch Koch, R Coronae (1782) und R im Schilde (1784) durch Pigott, β der Leyer und δ Cephei (1784) durch Goodricke, η Adler (1795) wiederum durch Pigott, α Herculis (1795) durch W. Herschel und im Beginn des gegenwärtigen Jahrhunderts einer Anzahl von vier anderen Sternen durch Harding. Nach einer langen Pause von vielen Jahrzehnten waren es dann die fleissigen Arbeiten von Hind, Argelander, Schmidt, Heis, Baxendall und Anderen, durch welche die Anzahl der als sicher veränderlich bekannten Sterne rasch zunahm.

Nach der Art und Weise, wie sich für die Beobachtungen von der Erde aus der Lichtwechsel der veränderlichen Sterne darstellt, lassen sich

diese bei dem gegenwärtigen Zustande unseres Wissens in vier Classen unterscheiden.

1. Veränderliche ohne bestimmte Periode, wie z. B. ε Aurigae, dessen (sehr geringe) Veränderlichkeit zuerst die sorgfältigen Beobachtungen von Heis erwiesen.

2. Veränderliche von langer und sehr unregelmässiger Periode, wie z. B. R Coronae.

3. Veränderliche von mässiger und ziemlich regelmässiger Dauer des Lichtwechsels, wie z. B. β Lyrae, durch Argelander's umfassende Arbeiten wohl der in Bezug auf die Elemente der Veränderlichkeit zur Zeit am genauesten bekannte Fixstern.

4. Veränderliche, bei denen der Helligkeitswechsel nur auf wenige Stunden beschränkt erscheint, wie z. B. der am frühesten bekannte Veränderliche dieser Art: β Perseus. Die genaueren und anhaltenderen Beobachtungen der neuesten Zeit haben gelehrt, dass gerade aus dieser Classe von veränderlichen Sternen noch manche am Himmel vorhanden sind.

Die Beobachtungen der veränderlichen Sterne, wie sie besonders durch Argelander und seine Schüler ausgeführt worden sind, bestehen in Vergleichungen der Helligkeit mit benachbarten, ihr Licht nicht wechselnden Fixsternen. Wenngleich bei der hierbei angenommenen Bestimmungsweise der subjectiven Willkühr insofern ein gewisser Spielraum bleibt, als der geringste Helligkeitsunterschied, der noch mit Sicherheit aufgefasst werden kann und die Einheit (Stufe) bildet, gleichzeitig mit dem Beobachter, dem Zustande des Himmels und der fortschreitenden Uebung veränderlich ist: so hat doch die Erfahrung bewiesen, dass auf diesem Wege Resultate erlangt werden können, die nur wenig zu wünschen übrig lassen. Bei der Discussion der Beobachtungen befolgt Argelander das Princip, sämmtliche Schätzungen gewissermaassen in eine Lichtperiode zu concentriren und durch Ableitung von Mittelwerthen gleichzeitig die Fehler der einzelnen Beobachtungen und die (kleinen) Unregelmässigkeiten im Lichtwechsel selbst zu eliminiren. Dieses Verfahren, das gewiss bei Sternen von regelmässigem Lichtwechsel vor jedem andern den Vorzug verdient, ist hingegen nicht brauchbar bei Sternen von sehr unregelmässiger Veränderlichkeit. Hier verdient die Anschauung von Jul. Schmidt, dass die Beobachtungsfehler gegen die Unregelmässigkeiten der Erscheinung als zurücktretend zu betrachten sind, unbedingt den Vorzug; auch hat Heis bei der Untersuchung der Beobachtungen über o Walfisch das nämliche Princip befolgt und die Lichtcurven für die 13 von ihm (1840 bis 1858) beobachtete Erscheinungen dieses Sternes gesondert dargestellt, statt sie zu einer mittlern Curve zu vereinigen. Das Aufsuchen von Mittelwerthen kann auf dem Gebiete der Astronomie bisweilen ebenso zu naturwidrigen Resultaten leiten, wie dies Bestreben auf dem Gebiete der Meteorologie, vor Dove's Untersuchungen, zu irrthümlichen Anschauungen geraume Zeit hindurch geführt hat.

Der Willkührlichkeit, welche bis zur neuesten Zeit herab in der Bezeichnung sowohl als Aufzählung der veränderlichen Sterne geherrscht hat, ist gegenwärtig glücklich durch einen von E. Schönfeld und A. Winnecke ausgearbeiteten Normalcatalog für immer abgeholfen. Die beiden soeben genannten, um die Erforschung des Lichtwechsels der Fixsterne hochverdienten Astronomen, begleiten ihren Catalog mit den folgenden Erläuterungen.

„Veränderliche Sterne sollen mit den Sternbildern und in diesen mit lateinischen Buchstaben bezeichnet werden, und zwar, um eine Verwechselung mit den von Bayer 1603 eingeführten möglichst zu vermeiden, mit den grossen Buchstaben des grossen Alphabets von R an. Nicht berücksichtigt werden dabei einige der sogenannten Novae, für die das Bedürfniss neu einzuführender Bezeichnungen nicht vorliegt (Stern von 1604, 11 Vulpeculae) und diejenigen Sterne, welche schon in Bayer's Uranometrie eine Bezeichnung haben (o Ceti, g Herculis, B Cassiopeiae u. a.). Für den südlichen Himmel treten Lacaille's Bezeichnungen an die Stelle von Bayer; von Bode eingeführte Buchstaben werden nicht berücksichtigt. Die Reihenfolge der Buchstaben R, S, T u. s. w. soll die der Zeit der definitiven Constatirung der Veränderlichkeit sein." — „Nach den angeführten Grundsätzen müssten in dem Sternbilde der Jungfrau die Buchstaben S und V vertauscht werden, T und V Capricorni müssten T und S heissen, die Nomenclatur im Schützen müsste von V an gänzlich geändert werden u. dgl. m. In solchen Fällen wäre wohl eine Einigung auf Grund des strengen Princips noch möglich, und ebenso dürfte die zu Bonn beschlossene Anerkennung von Argelander's „Uranometria nova" als Autorität für die Umgrenzung der Sternbilder ähnliche Verwirrung, wie sie in den Sternbildern Aquila und Delphinus jetzt nur durch eine willkührliche Festsetzung entfernt werden kann, für die Folge unmöglich machen. Aber von Vortheil erscheint uns eine solche Aenderung nicht, da dennoch in anderen Fällen nicht abzusehen ist, wie eine solche Einigung erzielt werden soll. So datirt Baxendall (Astr. Nachr. Nr. 1529) die Entdeckung der Veränderlichkeit von S Vulpunlae aus dem Jahre 1837, während nach Schönfeld's Ansicht (Astr. Nachr. Nr. 1500 und 1629) die damaligen Grössenschätzungen nicht die hinreichende Beweiskraft besitzen, die Constatirung der Veränderlichkeit des Sternes vielmehr dem Jahre 1862 angehört und Herrn Baxendall selbst zuzuschreiben ist. Da also Willkühr in der Nomenclatur nicht zu vermeiden ist, so haben wir uns wenigstens bemüht, die vorhandenen Bezeichnungen möglichst zu sichern. Wo aber in verschiedenen Arbeiten verschiedene Namen gebraucht waren, haben wir für diese Priorität die Namengebung möglichst als maassgebend betrachtet." — „Auf diese Weise ist die Nomenclatur im Wesentlichen übereinstimmend mit der von Schönfeld (Catalog von veränderlichen Sternen im 32. Jahresberichte des Manheimer Vereins für Naturkunde) befolgten geworden. Nicht aufgenommen in das Verzeichniss sind die veränderlichen Sterne im

Orionnebel und Sterne, welche in die Kategorie von β ursae min., α, β, γ, δ ursae maj. u. s. w. gehören. Wir müssen jedoch dabei hervorheben, dass damit dem Urtheile der Astronomen über etwaige Schwankungen in der Helligkeit dieser Sterne nicht vorgegriffen werden soll, und dass besonders der Ausschluss der Sterne im Nebel des Orion nur ein vorläufiger ist. Wir halten für einzelne derselben nach den Beobachtungen zu Cambridge und Pulkowa die Veränderlichkeit für vollständig entschieden. Sie erfordern aber einestheils ein eingehenderes Studium, als wir ihnen zunächst widmen konnten, und anderntheils erscheint uns die Zählung derselben in dem grossen Sternbilde als S, T . . . Orionis nicht zweckmässig. Wir vertagen daher eine Bezeichnung derselben, bis sich für solche und ähnliche Specialfälle die Ansichten befestigt haben.“ Nicht aufgeführt in dem Schönfeld-Winnecke'schen Cataloge sind mehrere bis jetzt in ähnlichen Verzeichnissen figurirende Sterne, unter ihnen auch α Hydrae, welchen Stern die Verfasser in die Kategorie der Bärensterne versetzen zu müssen glaubten. Die Sterne U Piscium (AR : $0^h\ 36^m\ 50^s$, D : $+\ 6^0\ 30{,}7'$), V Piscium (AR : $1^h\ 46^m\ 43^s$, D: $+\ 8^0\ 4{,}0'$) und U Bootis (AR : $14^h\ 34^m\ 9^s$, D : $+\ 28^0\ 5{,}3'$) sind ebenfalls ausgeschlossen, weil die früheren Beobachtungen, aus denen die Veränderlichkeit gefolgert wurde, nicht hinreichend sicher erschienen, um gegenwärtig diesen Schluss noch aufrecht zu erhalten.

„Die Elemente,“ fahren die Verfasser fort, „beruhen in der Mehrzahl der Fälle auf eigenen, grösstentheils noch nicht publicirten Beobachtungen und den darauf gegründeten Untersuchungen. Diese konnten jedoch in den wenigsten Fällen abgeschlossen werden. Viele Sterne sind erst seit wenigen Jahren bekannt, weshalb das Material noch dürftig ist; die Mehrzahl der länger beobachteten zeigt Ungleichheiten, deren Gesetz wir nicht kennen. Daher haben wir zunächst den Zweck verfolgt, für die nächsten Jahre die Vorausberechnung möglichst sicher zu machen, nicht aber für die Elemente die Werthe, wie sie sich aus der Gesammtheit der Beobachtungen ergeben, zu ermitteln. Aus demselben Grunde haben wir von den für mehrere Sterne abgeleiteten complicirteren Formeln zur Darstellung der Maxima und Minima abgesehen, und als Amplitude der Lichtänderung nur die beobachteten Extreme der Helligkeit gegeben. Die Epochen sind sämmtlich auf 1868 (resp. 1869) reducirt. — Das Verzeichniss ist abweichend von den bisherigen, alphabetisch nach den Sternbildern geordnet, wodurch, abgesehen von einzelnen Bequemlichkeiten beim Gebrauche, die Fortführung der richtigen Bezeichnungsweise in Zukunft erleichtert wird.“ (Vierteljahresschrift d. astr. Gesellschaft, Bd. III, S. 66 u. ff.).

Tafel der verän

Von E. Schönfeld

Stern		1855,0 Rectascension	1855,0 Declination	Jährliche Aenderung in Rectascension	Jährliche Aenderung in Declination
Andromeda	R	0h 16m 25s	+ 37° 46,4′	+ 3,14s	+ 0,33′
Aquarius	R	23 36 19	— 16 5,3	+ 3,11	+ 0,33
	S	22 49 20	— 21 7,0	+ 3,23	+ 0,32
	T	20 42 17	— 5 40,9	+ 3,17	+ 0,22
Aquila	η	19 45 5	+ 0 38,2	+ 3,06	+ 0,15
	R	18 59 23	+ 8 0,8	+ 2,89	+ 0,09
	S	20 4 57	+ 15 11,5	+ 2,76	+ 0,17
	T	18 38 47	+ 8 35,7	+ 2,88	+ 0,06
Argo	η	10 39 27	— 58 55,4	+ 2,31	— 0,31
Aries	R	2 7 53	+ 24 22,9	+ 3,39	+ 0,28
	S	1 56 51	+ 11 49,7	+ 3,21	+ 0,29
Auriga	ε	4 51 34	+ 43 36,2	+ 4,29	+ 0,10
	R	5 5 36	+ 53 25,0	+ 4,82	+ 0,08
Bootes	R	14 30 48	+ 27 22,1	+ 2,65	— 0,26
	S	14 18 1	+ 54 28,3	+ 2,01	— 0,28
	T	14 7 18	+ 19 44,7	+ 2,81	— 0,28
Camelopard	R	14 28 54	+ 84 29,2	— 5,31	— 0,27
Cancer	R	8 8 34	+ 12 10,1	+ 3,32	— 0,18
	S	8 35 39	+ 19 33,2	+ 3,44	— 0,21
	T	8 48 23	+ 20 24,1	+ 3,44	— 0,22
	U	8 27 28	+ 19 23,5	+ 3,45	— 0,20
Canis minor	R	7 0 44	+ 10 15,0	+ 3,30	— 0,09
	S	7 24 51	+ 8 37,4	+ 3,26	— 0,12
	T	7 25 56	+ 12 3,0	+ 3,34	— 0,12
Capricornus	R	20 3 10	— 14 41,6	+ 3,37	+ 0,17
	T	21 14 0	— 15 46,4	+ 3,32	+ 0,25
	U	20 40 4	— 15 18,8	+ 3,35	+ 0,22
Cassiopeia	α	0 32 18	+ 55 44,5	+ 3,36	+ 0,33
	B	0 16 47	+ 63 20,6	+ 3,27	+ 0,33
	R	23 51 4	+ 50 34,9	+ 3,01	+ 0,33
	S	1 9 4	+ 71 50,8	+ 4,30	+ 0,32
Cepheus	δ	22 23 48	+ 57 40,4	+ 2,21	+ 0,31
	μ	21 39 4	+ 58 7,0	+ 1,83	+ 0,27
	R	20 34 37	+ 88 41,0	— 42	+ 0,21
	S	21 36 57	+ 77 58,2	— 0,60	+ 0,27
Cetus	o	2 12 1	— 3 38,3	+ 3,02	+ 0,28
	R	2 18 38	— 0 50,1	+ 3,06	+ 0,28
Coma	R	11 56 49	+ 19 35,4	+ 3,08	— 0,33
Corona	R	15 42 36	+ 28 36,3	+ 2,47	— 0,19
	S	15 15 29	+ 31 53,5	+ 2,44	— 0,22
	T	15 53 26	+ 26 20,1	+ 2,51	— 0,18
Corvus	R	12 12 8	— 18 26,9	+ 3,09	— 0,33

derlichen Sterne.

und A. Winnecke.

Grösse Maximum	Grösse Minimum	Epoche	Periode	Bemerkungen.
$6,3^m$	< $12,5^m$	März 18.	404^t	
5,8	< 10,5	Februar 13.	388	
7,7	< 11	Mai 8.	279,35	
7,0	13	Juli 25.	203	
3,5	4,7	Juli 3 7^h 11^m	7^t 4^h 14^m 4^s	Juni 30. 22^h 11^m Min.
6,7	11	Januar 30.	349,5	Juli Mitte. Min.
8,9	11	Juni 24.	148	Minimum.
8,8	9,7	?	?	
1	6	—	—	Irregulär.
7,5	12,5	Septbr. 8.	186,0	December 10. Min.
10	< 13	?	?	Astr. Nachr. 1540.
3,5	4,5	—	—	Irregulär.
6,6	12,7	1869 März 29.	467,3	
6,8	12,5	October 19.	222,53	Juli 10. Min.
8	13,2	Juli 11.	272,8	
9,7	< 13	?	?	Nur eine Erscheinung bekannt.
7,2	12,5	December 3.	265,7	
6,3	< 12	October 3.	353,6	Periode abnehmend?
8,2	10,2	Jan. 11 9^h 7^m	9^t 11^h 37^m,8	
8	11	Februar	485	August 11. Min.
8,2	< 13,5	Mai 14.	306	
7	10	April 30.	333	November 23. Min.
7,2	< 11	Novembr. 11.	334,85	
9,5	< 13	?	?	
9	< 13	Juni 22.	348	
9	< 13	Mai 7.	269,5	
10	< 12	November 3.	204	
2,2	2,8	—	—	Irregulär.
—	—	—	—	Nova 1572.
4,8	< 12	August 26.	428,9	
7,5	< 13	Mai 2.	615	
3,7	4,9	Juli 4 0^h 30^m	5^t 8^h 47^m 40^s	Juli 2. 9^h 54^m Min.
4	5	—	—	Irregulär.
> 6?	< 9,5	—	—	Irregulär.
8,2	11,5	November 1.	491	Minimum.
1,7	9,5	October 27,3.	$331,3363^t$	Wahres Max. = Mittl. Spt. 18,14
8,3	< 12,5	Juli 11.	167,0	— 2,14 + 11,53 + 32,62 — 2,88.
7,3	< 13,5	August 28.	359	
6,0	13	—	—	Irregulär.
6,5	11,8	Juli 20.	$361,0^t$	
2	9	—	—	Nova 1866.
H 7,5	< 11	Mai 8.	299	

Tafel der verän

Von E. Schönfeld

Stern		1855,0 Rectascension	1855,0 Declination	Jährliche Aenderung in Rectascension	Jährliche Aenderung in Declination
Crater	R	10^h 53^m 26^s	— 17^0 32,8′	+ 2,95^s	— 0,32′
Cygnus	χ	19 45 0	+ 32 33,0	+ 2,31	+ 0,15
	P	20 12 27	+ 37 35,1	+ 2,21	+ 0,18
	R	19 32 56	+ 49 52,5	+ 1,61	+ 0,13
	S	20 2 28	+ 57 34,2	+ 1,26	+ 0,17
	T	20 41 24	+ 33 50,6	+ 2,39	+ 0,22
Delphinus	R	20 7 55	+ 8 39,1	+ 2,90	+ 0,18
	S	20 36 24	+ 16 34,2	+ 2,76	+ 0,21
	T	20 38 38	+ 15 52,5	+ 2,78	+ 0,21
Gemini	ζ	6 55 30	+ 20 46,7	+ 3,56	— 0,08
	R	6 58 37	+ 22 55,4	+ 3,62	— 0,08
	S	7 34 20	+ 23 47,2	+ 3,61	— 0,13
	T	7 40 36	+ 24 5,5	+ 3,61	— 0,14
	U	7 46 30	+ 22 22,7	+ 3,56	— 0,15
Hercules	α	17 8 2	+ 14 33,5	+ 2,73	— 0,07
	g	16 23 53	+ 42 12,2	+ 1,97	— 0,13
	R	15 59 43	+ 18 45,9	+ 2,68	— 0,17
	S	16 45 18	+ 15 11,4	+ 2,73	— 0,11
	T	18 3 37	+ 30 59,9	+ 2,27	+ 0,01
	U	16 19 23	+ 19 13,6	+ 2,65	— 0,14
Hydra	R	13 21 48	— 22 31,8	+ 3,27	— 0,31
	S	8 46 0	+ 3 36,8	+ 3,13	— 0,22
	T	8 48 37	— 8 35,4	+ 2,92	— 0,22
Leo	R	9 39 45	+ 12 5,9	+ 3,23	— 0,27
	S	11 3 21	+ 6 14,9	+ 3,11	— 0,32
	T	11 31 0	+ 4 10,5	+ 3,08	— 0,33
Leo minor	R	9 36 52	+ 35 10,6	+ 3,62	— 0,27
Lepus	R	4 53 0	— 15 1,7	+ 2,73	+ 0,10
Libra	δ	14 53 14	— 7 56,4	+ 3,20	— 0,24
	R	15 45 24	15 48,1	+ 3,39	— 0,18
Lyra	β	18 44 44	+ 33 11,8	+ 2,21	+ 0,06
	R	18 50 55	+ 43 45,5	+ 1,83	+ 0,08
Monoceros	R	6 31 15	+ 8 51,7	+ 3,28	— 0,05
	S	6 33 0	+ 10 1,5	+ 3,31	— 0,05
Ophiuchus	R	16 59 27	— 15 53,7	+ 3,44	— 0,09
	S	16 25 55	— 16 51,1	+ 3,44	— 0,13
	T	16 25 27	— 15 49,2	+ 3,42	— 0,13
	—	16 51 23	— 12 40,0	+ 3,36	— 0,10
Orion	α	5 47 19	+ 7 22,6	+ 3,25	+ 0,02
	δ	5 24 36	— 0 24,6	+ 3,06	+ 0,05
	R	4 51 8	+ 7 54,4	+ 3,25	+ 0,10
Pegasus	β	22 56 45	+ 27 17,8	+ 2,90	+ 0,32
	R	22 59 22	+ 9 45,7	+ 3,01	+ 0,32
	T	22 1 49	+ 11 49,9	+ 2,93	+ 0,29

derlichen Sterne.

und A. Winnecke.

Grösse		Epoche	Periode	Bemerkungen
Maximum	Minimum			
$< 8^m$	$< 9^m$	?	?	
4	13	März 15.	$406{,}12^t$	
3	< 6	—	—	Nova 1600.
6,2	13	October 6.	425,0	
8,8	< 13	März 5.	323,3	
5	6	—	—	Irregulär?
7,8	< 12,5	Septembr. 29.	283	
8	11	April 27.	278	October 28. Min.
8,4	< 13	Mai 10.	333	
3,7	4,5	Juli 8. $12^h\ 30^m$	$10^t\ 3^h\ 47^m\ 36^s$	
6,8	12,3	Februar 26.	371,0	
8,7	< 13,5	April 2.	294,3	
8,1	< 13	August 26.	287,95	
8,7	13	Septembr. 23.	97,3	
3,1	3,9	—	—	Irregulär.
4,9	6,2	—	—	Irregulär.
7,8	< 13	März 13.	319	Zunehmende Periode?
6,3	12,5	Juni 5.	301,5	October 30. Min.
7,5	12,1	August 24.	165,13	Juni 7. Min.
7,0	< 11,2	September 6.	409	
4	11	1869 März 9.	448	1868 August 14. Min.
7,5	< 12	Mai 3.	255,5	
7,0	< 12,5	Juni 10.	289,2	
5,3	10	August 9.	312,56	März 7. Min.
9	< 13,5	Septembr. 27.	190	
10	< 13	—	—	Astr. Nachr. 1540.
6,2	< 11	März 7.	369,4	
6	9	December 31.	439	Mai 15. Min.
4,9	6,0	Juni 30. $9^h\ 43^m\ 9^s$	$2^t\ 7^h\ 51^m\ 19^s$	
9,2	< 13	März 31.	723	Minimum.
3,5	4,5	Jan. 9. $4^h\ 22^m$	$12^t\ 21^h\ 51^m\ 0^s$	Hauptminimum.
4,3	4,6	?	46	
9,5	11,5	October 31.	204,0	Minimum.
4,9	5,6	März 14,4	$3^t\ 10^h\ 48^m$	März 12,8. Min.
8	< 12.	April 18.	302,5	
9,0	< 12,5	Mai 15.	233,7	
10?	< 12	—	—	Nur eine Erscheinung bekannt.
5,5	< 11	—	—	Nova 1848.
1	1,4	—	—	Irregulär.
2,2	2,7	—	—	Irregulär.
9	< 13	October 11.	381	
2,2	2,7	—	—	Irregulär.
7	< 11	August 6.	379,5	
9,1	< 12	October 30.	364	

Tafel der verän

Von E. Schönfeld

[illegible]	...55,0 Declination	Jährliche Aenderung in Rectascension	Jährliche Aenderung in Declination
[illegible]	+ 40° 23,6′	+ 3,87ˢ	+ 0,24′
[illegible]	+ 38 16,5	+ 3,81	+ 0,24
[illegible]	+ 35 10,1	+ 3,79	+ 0,21
[illegible]	+ 2 7,9	+ 3,09	+ 0,31
[illegible]	+ 8 9,9	+ 3,12	+ 0,32
... 29	+ 13 48,0	+ 3,11	+ 0,33
... 27	+ 16 17,4	+ 2,74	+ 0,18
... 11	— 19 33,5	+ 3,52	+ 0,10
... 57	— 19 17,1	+ 3,51	+ 0,10
... 52	— 17 13,2	+ 3,46	+ 0,10
... 21	— 19 13,3	+ 3,53	+ 0,03
... 54	— 18 21,5	+ 3,51	+ 0,03
... 45	— 29 34,9	+ 3,83	— 0,01
... 26	— 27 46,2	+ 3,77	— 0,03
... 9 1	— 22 35,0	+ 3,56	— 0,16
... 9 2	— 22 31,9	+ 3,56	— 0,16
... 25	— 22 36,7	+ 3,56	— 0,16
... 14 7	— 17 32,3	+ 3,44	— 0,15
... 39 45	— 5 51,4	+ 3,21	+ 0,06
... 44 1	+ 15 34,6	+ 2,76	— 0,19
... 14 52	+ 14 50,3	+ 2,81	— 0,22
... 21 44	+ 6 12,5	+ 2,93	+ 0,03
... 21 57	— 21 21,2	+ 3,59	— 0,06
3 32 39	+ 12 4,6	+ 3,31	+ 0,18
4 20 21	+ 9 50,1	+ 3,28	+ 0,14
4 21 16	+ 9 37,3	+ 3,28	+ 0,14
4 13 33	+ 19 11,3	+ 3,49	+ 0,15
4 13 22	+ 19 28,0	+ 3,49	+ 0,15
... 34 19	+ 69 32,1	+ 4,38	— 0,31
... 37 35	+ 61 53,3	+ 2,66	— 0,33
... 29 47	+ 60 17,2	+ 2,77	— 0,33
... 31 9	+ 7 47,2	+ 3,05	— 0,33
... 25 26	— 6 26,8	+ 3,13	— 0,31
... 7 10	— 5 13,8	+ 3,08	— 0,33
... 43 45	+ 6 20,6	+ 3,04	— 0,33
... 20 19	— 2 25,2	+ 3,09	— 0,31
... 18 33	— 2 37,4	+ 3,09	— 0,31
... 41 37	+ 26 57,7	+ 2,46	+ 0,14
... 37 36	+ 23 14,9	+ 2,66	+ 0,23
... 42 27	+ 26 55,7	+ 2,46	+ 0,15

[...]lerlichen Sterne.

[...]nd A. Winnecke.

Grösse Maximum	Grösse Minimum	Epoche	Periode	Bemerkungen
$2,3^m$	$4,0^m$	Juli 1. $2^h 43^m 9^s$	$2^t 20^h 48^m 54^s$	Minimum.
3,4	4,0	—	—	Irregulär.
8,0	12,6	Juli 30.	206,8	
7,4	11,8	October 23.	345	
8,8	< 13,5	März 25.	406,7	
9,5	11,0	Juni 7?	146,5	Aug. 28? Min. Irregulär.
8,3	10,0	Juli 7.	70,49	Hauptminimum.
7	< 12	Septembr. 29.	269,8	
9,8	< 12,5	?	?	
7,6	< 11	August.	348 ±	
7,5?	9?	Juli 8. $23^h 48^m$	$6^t 17^h 51^m 12^s$	Juli 6. $7^h 12^m$ Min.
> 7	< 10	April 30.	316	
5	6,5	Juli 3. $21^h 10^m$	$7^t 14^h 8^m 35^s$	Juni 30. $12^h 20^m$ Min.
4	6	Juli 6. $18^h 29^m$	$7^t 0^h 25^m 34^s$	Juli 3. $23^h 47^m$ Min.
9	< 12,5	Septembr. 21.	220,5	
9,3	< 12,5	Mai 19.	177	
7	< 10	—	—	Nova 1860.
9?	< 13?	?	?	Nur eine Erscheinung bekannt.
4,7	9	August 16.	71,7	Minimum.
5,7	< 11	Mai 7.	356	
7,6	< 12	Februar 20.	360	
10,5	< 13	October 27.	340,5	
—	—	—	—	Nova 1604.
3,4	4,3	Juli 7. $0^h 13^m$	$3^t 22^h 52^m 4^s$	Minimum.
7,8	< 13,5	August 7.	326,3	
9,9	< 13,5	Juni 6.	378,5	
9	12	?	?	
9	10	?	?	
6	12	December 20.	302,3	
7,8	10,9	Juni 2.	224,8	September 27. Min.
6,5	< 13	Juli 15.	256	
6,5	10,7	Juni 4.	145,80	August 18. Min.
6	< 11	Juni 21.	373,6	
8	< 12,5	Septembr. 16.	336	
7,5	12.7	October 10.	207,8	Juli 5. Min.
7,5	< 13	Mai 8.	252	
8,8	10,4	Juni 19,0.	17,276	Juni 10,8. Min.
3	?	—	—	Nova 1670.
7,5	13	October 2.	138	August 9. Min.
8,7	9,5	Juli 22.	68,01	Juni 21. Min.

Es verbleibt noch, im Anschlusse an die vorstehende Tafel, etwas näher auf einzelne merkwürdige Veränderliche einzugehen, wobei besonders Argelander's umfassende „Beobachtungen und Rechnungen über veränderliche Sterne“ (Astr. Beob. auf der Kgl. Sternw. zu Bonn, Bd. 7. 1869) maassgebend erscheinen.

o Ceti (Mira, der Wunderbare). Die fleissigsten Beobachter nach der Entdeckung der Veränderlichkeit waren Hevel und besonders H. Kirch. Den ersten nahe richtigen Werth für die Periodendauer gab Bullialdus 1667, indem er dieselbe aus Beobachtungen von 1638 bis 1660 zu 333 Tagen feststellte. Joh. Dom. Cassini kam zu demselben Werthe, aber Herschel gab 1792 die Periode zu 331 Tagen an. Die Beobachtungen von Goodricke, Pigott, Harding, Koch u. A. haben die Unregelmässigkeiten im Lichtwechsel dieses Sternes ausser Zweifel gesetzt; aber erst die andauernde Aufmerksamkeit, welche Argelander und Heis diesem Veränderlichen widmeten, hat unsere Vorstellungen in dieser Hinsicht präcisirt. Argelander findet die mittlere Periodendauer zu 333,3363 Tagen und gibt folgende complicirte Formel zur Darstellung der Zeiten der Maxima:

$$1751 \text{ Sept. } 9{,}76 + 331{,}3363^d\, E + 10{,}5^d \sin\left(\frac{360^0}{11} E + 86^0\, 23'\right)$$
$$+ 18{,}2^d \sin\left(\frac{45^0}{11} E + 231^0\, 42'\right) + 33{,}9^d \sin\left(\frac{45^0}{22} E + 170^0\, 19'\right)$$
$$+ 65{,}3^d \sin\left(\frac{15^0}{11} E + 6^0\, 37'\right).$$

Diese Formel ist übrigens weit davon entfernt, die Maximalzeiten scharf darzustellen, wie folgende Vergleichung mit den Beobachtungen von Heis ergibt.

Zeit des grössten Lichtes von o Ceti.

Nach den Beobachtungen von Heis.	Nach Argelander's Formel.	Differenz.
1840. September 29.	1840. September 9.	+ 20 Tage.
1841. August 27.	1841. August 9.	+ 18 „
1842. Juli 24.	1842. Juli 7.	+ 17 „
1846. December 20.	1846. December 31.	— 11 „
1847. November 16.	1847. December 1.	— 5 „
1848. October 12.	1848. November 2.	— 1 „
1849. October 4.	1849. October 6.	— 2 „
1850. September 6.	1850. September 7.	— 1 „
1851. Juli 31.	1851. August 7.	— 7 „
1856. Februar 5.	1856. Januar 31.	+ 5 „
1857. Januar 18.	1857. December 29.	+ 20 „
1857. December 28.	1857. November 29.	+ 29 „
1858. November 3.	1858. November 2.	+ 1 „

Auch die früheren Beobachtungen zeigen analoge Abweichungen und es ist mehr als wahrscheinlich, dass sich diese durch keine Formel genau wiedergeben lassen. Die Ursachen, welche die Unregelmässigkeiten in der Periodendauer von *o* Ceti hervorrufen, sind vielleicht gleichzeitig dieselben, welche auch die ungleiche Helligkeit dieses Sternes in den einzelnen Maximis bedingen. Diese Unregelmässigkeit ist so bedeutend, dass der Stern bisweilen im grössten Lichte bloss die 4. Helligkeitsclasse erreicht, bisweilen aber auch, wie in der glänzenden Erscheinung von 1779, bis zur Helligkeit eines Sternes 1,2. Grösse anwächst. Nach Argelander ist die mittlere Helligkeit des Maximums $1^1/_2$ Stufen grösser als jene von γ Ceti; Heis fand dieselbe im Mittel der oben angeführten Erscheinungen um zwei Stufen grösser. Bezeichnet man die Helligkeit von γ Ceti mit 31, so hat Mira in den Maximis von 1840 bis 1858 nach Heis im Mittel die Helligkeit 33,2 erlangt. Die Abweichungen von diesem mittlern grössten Glanze gibt für die einzelnen Erscheinungen folgende Tafel.

Zeit des Maximums	Helligkeit in Graden	Abweichung vom Mittel
1840. September 29.	32	— 1,2
1841. August 27.	32	— 1,2
1842. Juli 24.	36,5	+ 3,3
1846. December 20.	41	+ 7,8
1847. November 16.	23	— 10,2
1848. October 12.	34	+ 0,8
1849. October 4.	28,5	— 4,7
1850. September 6.	34	+ 0,8
1851. Juli 31.	25,5	— 7,7
1856. Februar 5.	38	+ 4,8
1857. Januar 18.	34,5	+ 1,3
1857. December 28.	38	+ 4,8
1858. November 3.	34	+ 0,8

Argelander wagt in seinen neueren Untersuchungen kein Urtheil darüber, ob in der verschiedenen Helligkeit der einzelnen Maxima eine periodische Wiederkehr sich offenbare, doch findet er Andeutungen einer 40jährigen Periode. Heis hat schon früher darauf aufmerksam gemacht, dass in den grössten Helligkeiten sehr oft ein Alterniren stattfindet, der Art, dass helle und schwache Maxima mit einander abwechseln.

Die mittlere Dauer der Sichtbarkeit von *o* Ceti beträgt nach den Beobachtungen von Heis vier Monate; die mittlere Zeitdauer, innerhalb welcher der Stern von der Sichtbarkeit für das blosse Auge bis zum Maximum seines Glanzes aufsteigt, beträgt (1847 bis 1859, nach Heis) 42,7 Tage;

die mittlere Dauer vom Maximum bis zum Verschwinden für das blosse Auge (ebenfalls 1847 bis 1859, nach Heis) 73,7 Tage.

β Lyrae. Dieser Stern ist besonders merkwürdig dadurch, dass er im Verlaufe einer Periode seines Lichtwechsels zwei Maxima und Minima der Helligkeit aufweist. Die ausgezeichneten Untersuchungen Argelander's haben uns die Helligkeitselemente desselben mit ganz besonderer Schärfe kennen gelehrt. (Argel. De stella β Lyrae variabili Com. alt.). Hiernach nimmt die Periodendauer langsam zu. Die nachfolgenden Werthe geben nach Argelander die Epochen des kleinsten Lichtes und die Länge der Veränderlichkeitsperiode für die beigesetzten Zeiten (mittlere Bonner Uhrzeit):

1784. October	19.	2^h	42^m	$57,6^s$	Periodendauer:	12	Tage	21^h	24^m	$11,025^s$
1818. April	10.	11	15	7,3	„	12	„	21	35	56,070
1827. April	13.	5	24	15,6	„	12	„	21	38	51,964
1855. Januar	6.	14	57	4,9	„	12	„	21	47	16,837

Die Zunahme der Periode zwischen 1784 und 1855 beträgt für jeden Turnus des Lichtwechsels im Mittel $0,7^s$. Man kann sie durch eine relative Eigenbewegung dieses Sternes von 0,27 Meilen, um welche sich derselbe in jeder Secunde in der Richtung unserer Gesichtslinie von der Erde entfernt, erklären. In diesem Falle gebraucht das Licht nach Ablauf von je 12 Tagen 22^h, stets $0,7^s$ mehr, um die vergrösserte Entfernung zu durchlaufen.

Argelander hat eine umfassende Tafel der Helligkeit von β Lyrae in den einzelnen Stadien seiner periodischen Veränderlichkeit geliefert. Die nachfolgende Tabelle ist ein Auszug aus derselben. Die Helligkeit ist in Stufen ausgedrückt, der Art, dass der Glanz von $\varkappa$ Lyrae 2,6, jener von γ Lyrae 12,7 Stufen beträgt.

Tafel des Lichtwechsels von β Lyrae, ausgedrückt in Stufen. (Nach Argelander.)

Zeit nach dem Minimum	Helligkeit	Zeit nach dem Minimum	Helligkeit
0 Tage. 0 Stunden	3,35	6 Tage 12 Stunden	8,56
4 „	3,41	16 „	8,69
8 „	3,69	20 „	8,95
12 „	4,65	7 Tage 0 „	9,38
16 „	6,28	4 „	9,86
20 „	7,68	8 „	10,32
1 Tag 0 „	8,81	12 „	10,70
4 „	9,68	16 „	11,03
8 „	10,37	20 „	11,32
12 „	10,85	8 Tage 0 „	11,55
16 „	11,18	4 „	11,74
20 „	11,45	8 „	11,89
2 Tage 0 „	11,66	12 „	12,02
4 „	11,84	16 „	12,12
8 „	11,99	20 „	12,20
12 „	12,10	9 Tage 0 „	12,27
16 „	12,19	4 „	12,32
20 „	12,25	8 „	12,35
3 Tage 0 „	12,26	12 „	12,36
4 „	12,26	16 „	12,35
8 „	12,24	20 „	12,32
12 „	12,21	10 Tage 0 „	12,27
16 „	12,16	4 „	12,19
20 „	12,08	8 „	12,09
4 Tage 0 „	11,98	12 „	11,96
4 „	11,86	16 „	11,82
8 „	11,72	20 „	11,64
12 „	11,56	11 Tage 0 „	11,43
16 „	11,38	4 „	11,16
20 „	11,19	8 „	10,83
5 Tage 0 „	10,96	12 „	10,35
4 „	10,71	16 „	9,58
8 „	10,40	20 „	8,41
12 „	10,00	12 Tage 0 „	6,75
16 „	9,51	4 „	5,11
20 „	9,02	8 „	4,15
6 Tage 0 „	8,71	12 „	3,67
4 „	8,58	16 „	3,44
8 „	8,54	20 „	3,35

Das erste Maximum tritt nach Argelander 3 Tage 2^h nach dem Hauptminimum ein, das zweite Minimum erfolgt 6 Tage 9 Stunden und das Hauptmaximum 9 Tage 12^h nach dem Hauptminimum. Uebrigens treten nicht selten kleine Unregelmässigkeiten im Lichtwechsel ein, die jedoch nicht leicht über eine Stufe steigen.

Ich habe in den Jahren 1861 bis 1863 photometrische Messungen von β Lyrae ausgeführt. Nimmt man die Lichtmenge von γ Lyrae zur Einheit, so gibt die folgende Tafel die wahren Helligkeitsverhältnisse des Veränderlichen zu den beigegebenen Zeiten nach dem ersten Minimum.

Zeit nach dem Minimum	Helligkeit von β Lyrae	Zeit nach dem Minimum	Helligkeit von β Lyrae
0 Tag 6,2 Stunden	0,431	6 Tage 16,1 Stunden	0,596
0 „ 23,5 „	0,569	7 „ 11,0 „	0,641
1 „ 15,3 „	0,689	8 „ 1,5 „	0,707
2 Tage 6,8 „	0,769	8 „ 18,9 „	0,858
2 „ 23,6 „	0,844	9 „ 9,6 „	0,872
3 „ 14,3 „	0,825	10 „ 2,3 „	0,892
4 „ 4,1 „	0,790	10 „ 17,0 „	0,886
4 „ 19,8 „	0,699	11 „ 6,0 „	0,769
5 „ 15,9 „	0,626	11 „ 23,1 „	0,566
6 „ 6,9 „	0,560	12 „ 15,9 „	0,426

Die Helligkeit des Hauptminimums ergibt sich aus diesen Messungen $= 0{,}400 \pm 0{,}027$ von jener des Sternes γ Lyrae, die Helligkeit des ersten Maximums $= 0{,}830 \pm 0{,}0098$, jene des zweiten Minimums $= 0{,}579 \pm 0{,}001$ und die des zweiten Maximums endlich $= 0{,}8908 \pm 0{,}0020$. Merkwürdig ist der Umstand, dass in meinen Messungen das zweite Maximum gegen Argelander's Tafel eine die Beobachtungsfehler weit übersteigende Verspätung zeigt. Die genauere Untersuchung ergibt, dass es 10 Tage $12{,}1^h$ nach dem Hauptminimum eintritt, also gerade einen ganzen Tag später, als aus den von Argelander berechneten Beobachtungen folgt. (Vergl. Wochenschrift f. Astron. 1866).

η Aquilae. Der Lichtwechsel dieses Sternes ist äusserst regelmässig, aber die Periode scheint langsam zuzunehmen. Zählt man von dem Minimum 1840 Juli 8 die Perioden ab, so findet Argelander für die Periode 484 (Anfangs 1850) die Periodendauer zu $7^d\ 4^h\ 14^m\ 11{,}10^s$. Früher war sie etwas kürzer, und Schönfeld's Beobachtungen in den Jahren 1855, 1856 und 1857 deuten wiederum auf eine Verlängerung,

ebenso meine Rechnungen, die sich auf die Beobachtungen von Oudemans, Schmidt und meine eigenen stützen.

β Persei oder Algol. Geminiano Montanari bemerkte die Veränderlichkeit dieses Sternes zuerst im Jahre 1667 und berichtete darüber in seiner kleinen, gegen 1672 erschienenen Schrift „Sopra la sparizione d'alcune stelle et altre novitá celesti;" seine Angaben sind indess für eine Berechnung nicht zu brauchen, da er die Tage nicht bezeichnet, an denen er den Stern von der 4. Grösse erblickte. Auch Maraldi, der den Lichtwechsel im Jahre 1694 beobachtete, dachte nicht daran, dass derselbe in regelmässiger und kurzer Periode erfolge. Diese Entdeckung gebührt vielmehr Goodricke und gehört in das Jahr 1782. Die Seltsamkeit der Lichtveränderung, die sich bloss auf einen Zeitraum von 8 bis 9 Stunden beschränkt, während der Stern 2 Tage 12 Stunden hindurch in ungestörtem Glanze leuchtet, erweckte bei den Beobachtern ein besonderes Interesse und Pigott, Herschel, Englefield, Lalande, Wurm u. A. haben gegen Ende des vorigen Jahrhunderts eine grosse Anzahl guter Beobachtungen angestellt, so dass Wurm auf Grund einer genauern Untersuchung, besondere Ephemeriden für den Lichtwechsel Algol's berechnen konnte.

Aus den genauen und umfassenden Untersuchungen Argelander's ergiebt sich, dass die Dauer der Periode langsam abnimmt. Geht man von dem Minimum 1800 Januar 1 als der 0ten Epoche aus, so findet Argelander die Periodendauer für die

Epoche	— 1987	(im Jahre 1784):	2 Tage 20^h 48^m	$59{,}42^s \pm 0{,}316^s$
„	— 1406	(Ende 1788) :		$58{,}76 \pm 0{,}094$
„	— 825	(im Jahre 1793):		$58{,}39 \pm 0{,}175$
„	+ 840	(im Jahre 1806):		$58{,}39 \pm 0{,}039$
„	+ 2505	(im Jahre 1819):		$58{,}28 \pm 0{,}127$
„	+ 3864	(im Jahre 1830):		$58{,}26 \pm 0{,}060$
„	+ 5222	(Ende 1840) :		$58{,}03 \pm 0{,}325$
„	+ 6964	(im Jahre 1855):		$52{,}41 \pm 0{,}200$
„	+ 7358	(im Jahre 1857):		$53{,}15 \pm 0{,}300$
„	+ 7954	(im Jahre 1862):		$53{,}81 \pm 0{,}142$

Die Periode ist also bis zum Jahre 1840 sehr nahe constant gewesen, hat dann bis etwa gegen 1855 abgenommen und nimmt seitdem langsam wieder zu.

Was den Gang des Lichtwechsels betrifft, so haben darüber neuerdings die ausgezeichneten Untersuchungen von Schönfeld (im 36. Jahresberichte des Mannheimer Vereins für Naturkunde. 1870) werthvolle Aufschlüsse gegeben. Wird die Helligkeit von *ν* Persei durch 0,9, jene von *γ* Andromedae durch 23,4 (Stufen) bezeichnet, so findet Schönfeld aus seinen Beobachtungen (zwischen 1859 Juli 17 und 1870 März 31) folgende

Lichtcurve von Algol.

Zeit bis zum Minimum	Helligkeit vorher	Helligkeit nachher
4^h 30^m	20,70	20,75
15	20,50	20,56
4 0	20,24	20,23
3 45	19,94	19,76
30	19,59	19,19
15	19,18	18,50
3 0	18,68	17,71
2 45	18,06	16,81
30	17,35	15,78
15	16,45	14,60
2 0	15,28	13,17
1 45	13,83	11,45
30	12,05	9,81
15	10,18	8,55
1 0	8,48	7,60
0 45	7,15	6,83
30	6,26	6,20
15	5,88	5,73
0 0	5,56	5,56

Der gelehrte Director der Mannheimer Sternwarte bemerkt zu dieser Tafel: „Die Zeitdauer der Veränderlichkeit innerhalb der Periode beträgt jedenfalls mehr als 8 Stunden, ihr wahrscheinlichster Werth ist $9^1/_4$ Stunden und das Minimum liegt nahe in der Mitte derselben. Es geschieht aber die Abnahme in den grösseren Abständen vom Minimum langsamer als die Zunahme in den symmetrisch liegenden Theilen, in den geringeren rascher. Daher entsprechen im Allgemeinen den Zeiten vor dem Minimum grössere Helligkeiten, als den gleichen nach demselben. Die stärkste Abnahme findet 1^h 26^m vor dem Minimum statt, wenn der Stern etwas schwächer als das Mittel von γ und ε Persei geworden ist, die stärkste Zunahme in sehr nahe derselben Helligkeit, aber 1^h 47^m nach dem Minimum". Schwankungen in der Minimalhelligkeit des Sternes zeigen sich in den Beobachtungen durchaus nicht und letztere lassen sich unter der Annahme eines nahezu gleichmässigen Lichtwechsels völlig darstellen, so dass die früheren Vermuthungen von Verzögerungen, Stillständen etc. während der Ab- und Zunahme des Lichtes sich nicht bestätigt finden.

δ Cephei, ein Stern von besonderer Regelmässigkeit der Periodendauer. Nachdem Goodricke in einem Briefe an Maskelyne (in den Philos. Transact. 1786) von der Entdeckung der Veränderlichkeit Nachricht gegeben und er nebst Pigott den Stern eine Zeit lang beobachtet hatte, wurde derelbe ganz vernachlässigt. Erst Westphal nahm die Beobachtungen wieder auf, allein seine Observationen dieses Veränderlichen sind, nach Argelander, sehr mangelhaft. Argelander's neuere Rechnungen (Astronom. Nachr. Nr. 1045) ergaben folgende Elemente des Lichtwechsels:

Hauptepoche des Minimums: 1840 September 24 20^h 42^m 57^s mittlere Bonner Zeit.
Periodendauer: 5^d 8^h 47^m $39{,}974^s$.
Maximum nach dem Minimum: 1^d.$14{,}6^h$.

ζ Geminorum. Die erste Vermuthung der Veränderlichkeit dieses Sternes entstand bei Jul. Schmidt im Jahre 1844, aber erst nach drei Jahren vermochte er dieselbe als sicher zu constatiren. Die Veränderlichkeit ist nur gering, indem sie kaum wenig mehr als $5^1/_2$ Stufen umfasst, aber der Lichtwechsel scheint sehr regelmässig vor sich zu gehen. Von dem Minimum 1844 Januar 24 ausgehend, fand Argelander folgende Periodenlängen zu den beigesetzten Epochen sowohl aus den Minimis als den Maximis.

	Minima			Maxima	
Epoche	22	10^d 3^h 32^m $19{,}6^s$ ± $601{,}3^s$	Epoche	20	10^d 3^h 32^m $19{,}1^s$ ± $499{,}4^s$
„	101	37 57,0 ± 68,0	„	118	33 21,9 ± 55,6
„	180	35 26,9 ± 100,5	„	207	39 37,3 ± 55,2
„	277	42 23,8 ± 32,7	„	293,5	43 53,0 ± 31,4
„	374	41 40,4 ± 83,3	„	380,	44 4,1 ± 113,8
„	468	41 42,7 ± 37,4	„	463,5	42 51,5 ± 43,4
„	562	43 27,8 ± 55,9	„	547	44 42,0 ± 64,2
„	720,5	44 23,6 ± 35,5	„	713	43 38,5 ± 36,0

Hiernach scheint es allerdings, dass die Periode länger geworden ist und jetzt ihre grösste Dauer erreicht hat; allein Argelander macht darauf aufmerksam, dass die frühesten Beobachtungen von Schmidt zu einer Zeit angestellt wurden, als die Veränderlichkeit des Sternes noch nicht mit Sicherheit erkannt war und daher möglicher Weise weniger sorgfältig sind; auch lassen sich sämmtliche Beobachtungen Argelander's ebenso gut mit einer gleichförmigen Periode darstellen. Der berühmte Astronom findet auf diesem Wege für die

Periode 376 des Minimums: Periodendauer 10^d 3^h 42^m $2{,}60^s$ ± $16{,}43^s$
Periode 378 des Maximums: Periodendauer 10 3 43 16,01 ± 17,55

Argelander gibt eine Tabelle des Lichtwechsels von ζ Geminorum, hergeleitet aus den Beobachtungen zwischen 1848 September 25 und 1854 December 26, wobei die Vergleichsterne ν und δ Geminorum die Stufenwerthe 2,0 und 9,6 repräsentiren. Folgende Tabelle ist ein Auszug aus der Argelander'schen Lichttafel von ζ Geminorum.

Zeit nach dem Minimum	Helligkeit in Stufen	Zeit nach dem Minimum	Helligkeit in Stufen
0 Tag 0 Stunden	2,62	5 Tage 6 Stunden	8,23
0 „ 12 „	3,08	5 „ 12 „	8,19
1 „ 0 „	3,89	6 „ 0 „	7,96
1 „ 12 „	4,74	6 „ 12 „	7,60
2 Tage 0 „	5,58	7 „ 0 „	7,08
2 „ 12 „	6,33	7 „ 12 „	6,39
3 „ 0 „	6,93	8 „ 0 „	5,56
3 „ 12 „	7,41	8 „ 12 „	4,73
4 „ 0 „	7,78	9 „ 0 „	3,94
4 „ 12 „	8,06	9 „ 12 „	3,24
5 „ 0 „	8,22	10 „ 0 „	2,72

S Cancri. Die Veränderlichkeit dieses Sternes entdeckte schon 1848 Hind, allein die genauere Natur derselben, wodurch der Stern in die Kategorie von Algol tritt, wurde erst viel später ergründet. Man weiss jetzt, dass das kleinste Licht sich auf einen kurzen Zeitraum zusammendrängt und der Stern nach dem Minimum einen mehrstündigen Stillstand in der Helligkeitszunahme zeigt. Schönfeld hat gefunden (Astr. Nachr. Nr. 1593), dass, während unter Annahme einer gleichmässigen Periode regelmässig laufende Fehler von mehr als 40 Zeitminuten nicht zu vermeiden sind, die Elemente

$$1858 \text{ December } 28\ 17^h\ 58{,}5^m \text{ mittlere Zeit von Paris}$$
$$+\ 9^d\ 11^h\ 37{,}84^m\ .\ E + 30{,}0^m\ \sin\ (1^0\ 12'\ .\ E - 72^0),$$

(wo E die Zahl der seit 1858 December 28 verflossenen Perioden bezeichnet), alle Minima seit 1854 December 19 so darstellen, dass der grösste Fehler nur $21{,}1^m$ ist und der regelmässige Gang in den Fehlern zum grössten Theile verschwindet.

Argelander hat 42, theils von ihm selbst, theils von Anderen beobachtete Minima zwischen 1854 December 19 und 1867 März 23 oder von Epoche 265 bis 737 mit einer gleichförmigen Periode verglichen und gefunden, wenn das Hind'sche Minimum 1848 Februar 1 als das 0te gerechnet wird:

Minimum 429 = 1859 März 24 $3^h\ 1{,}7^m \pm 2{,}23^m$ mittlere Zeit von Bonn.
Periode $9^d\ 11^h\ 37{,}7509^m \pm 0{,}0146^m$.

Argelander findet aber, dass die Abweichungen, welche diese Elemente zwischen Beobachtung und Rechnung übrig lassen, der von Schön-

feld aufgestellten Hypothese eines periodischen Gliedes, das in 300 Perioden den ganzen Cyclus durchläuft, günstig sind, vielleicht würden sie sogar noch eine etwas längere Dauer der periodischen Ungleichheit erfordern.

χ Cygni. Die Veränderlichkeit dieses Sternes ward von Gottfried Kirch 1686 erkannt, und der Stern ist später von Pigott, Olbers und Westphal aufmerksam verfolgt worden. Argelander hat sämmtliche bekannt gewordenen Beobachtungen untersucht und erhielt unter Annahme einer gleichförmigen Periode folgende Elemente:

Épоche des Hauptmaximums 1763 Juni 18,68
Periodendauer $406{,}0634^d \pm 0{,}0317^d$,

wobei freilich Fehler zwischen $-27{,}2^d$ und $+39{,}4^d$ übrig bleiben.

Eine auf den regelmässigen Gang dieser Fehler basirte genauere Untersuchung ergibt ein veränderliches Glied von $8^1/_2$ Einzelperioden, die Periode wird:

$$406{,}0911^d + 11{,}78^d \sin(42{,}72^0 \,.\, E - 132{,}4^0),$$

wo die Periode E von 1763 Juni 18 ab gezählt worden.

Uebrigens zeigen sich auch jetzt noch ganz unzulässige Abweichungen von den Beobachtungen, wodurch es wahrscheinlich wird, dass die Periode kleinere Abweichungen von einem mittlern Werthe besitzt, deren Gang nichts Gesetzmässiges aufweist.

Die Helligkeit im Maximum ist nicht stets gleich; im Mittel ist der Stern alsdann etwas heller als 17 Cygni, allein die Abweichungen können in $\pm$ 10 bis 13 Stufen betragen. Im schwächsten Maximum ist der Stern dem blossen Auge gar nicht sichtbar gewesen, während nach Argelander die mittlere Dauer der Sichtbarkeit mit blossem Auge 52 Tage beträgt, wovon 20 auf die Zunahme und 32 auf die Abnahme des Lichtes kommen.

R Hydrae. Die Veränderlichkeit dieses Sternes entdeckte Maraldi, nachdem Montanari denselben 1670 als einen neuen Stern 4. Grösse zwischen ψ und γ Hydrae beschrieben hatte. Später wurde dieser Veränderliche von Pigott, Lalande, Westphal und Olbers, und in neuerer Zeit von verschiedenen anderen Astronomen fleissig beobachtet. Er ist von rother Farbe. Argelander hat aus den Beobachtungen von 1784 Januar 26 bis 1863 Januar 19, welche 62 Lichtwechsel umfassen, eine Periode von 469,3363 Tagen abgeleitet. Seine vollständige Formel für die Periodendauer ist:

$$469{,}3363^d\,(E-108) - 0{,}44351^d\,(E-108)^2 + 0{,}001981^d\,(E-108)^3,$$

wo E die Zahl der seit 1670 April 15 verflossenen Perioden bezeichnet.

Doch bleiben auch bei dieser Formel noch Abweichungen bis zu 17 Tagen. Der Stern ist seiner Lage am Himmel wegen und da bequeme Vergleichsterne in der Nähe fehlen, schwierig zu beobachten.

R Leonis. Dieser Stern wurde 1782 von Koch als veränderlich erkannt, später ist er wenig beobachtet worden, am besten von den Neueren, von Westphal und Baxendall. Argelander hat sämmtliche bekannt gewordenen Beobachtungen über diesen Stern untersucht. Er findet ihn im Mittel aus seinen eigenen Beobachtungen, zur Zeit des Maximums etwa eine Stufe heller als γ Leonis. Rechnet man die Epoche des Maximums von 1757 als 0te, so findet Argelander für die Epoche 115 (1855 October 9,24) Periodendauer: $312{,}1894^d \pm 0{,}0907^d$ mit Abweichungen, die nur vereinzelt auf etwa 11 Tage steigen. Der wahrscheinliche Fehler ($3{,}516^d$) ist bedeutend geringer als die Unterschiede zwischen den Angaben verschiedener Beobachter. Eine neue Berechnung der Periodendauer aus den Epochen 70 und 115 ergibt für jene $312{,}337^d \pm 0{,}0757^d$. Argelander glaubt, dass die Periode kürzer wird, aber dass diese Verkürzung nicht der Zeit proportional ist, sondern früher bedeutender war.

R Coronae, ward schon 1783 von Pigott als der Veränderlichkeit verdächtig erkannt, aber erst 12 Jahre später wurde der Lichtwechsel von diesem Beobachter mit Sicherheit constatirt. Koch bestimmte im Jahre 1814 die Dauer der Periode zu 323 Tagen. Seit dem Juni 1817 beschränkte sich die Veränderlichkeit nach den Beobachtungen von Harding und Westphal auf einen ungemein geringen Grad, doch bemerkte Olbers im Jahre 1824, dass der Stern neuerdings einen wahrnehmbaren Lichtwechsel zeige. Als Argelander den Stern im Jahre 1843 zu beobachten begann, zeigte er wiederum keine Veränderlichkeit, erst im September 1845 sah ihn dieser berühmte Astronom rasch schwächer werden, so dass er während der Monate October und November im Kometensucher unsichtbar war. Argelander theilt über den merkwürdig unregelmässigen Lichtwechsel dieses Sternes folgendes Nähere mit. „Im Februar des folgenden Jahres hatte er noch nicht seine gewöhnliche Grösse erreicht, sondern gelangte erst im Mai zu derselben, in welcher er nun wenigstens bis zum August 1850, wahrscheinlich aber auch das ganze Jahr 1851 hindurch verblieb. Aber 1852 Januar 25 war er auf einmal im Kometensucher verschwunden, blitzte erst am 23. Februar in demselben wieder auf, hatte im Juli seine gewöhnliche Grösse erreicht und blieb in derselben bis gegen das Ende des Jahres 1853. Am 31. December war er schon bedeutend im Abnehmen, kann aber nicht besonders schwach geworden sein, da er schon Ende Januar 1854 wieder im Zunehmen war, und Mitte März seine gewöhnliche Grösse erreichte, die er bis zum Ende des Jahres beibehielt. Am 10. März des folgenden Jahres fand ich aber sein Licht sehr bedeutend vermindert; er nahm nun, vielleicht mit einer kleinen Schwankung im April, immer mehr ab, und war vom 21. Juli bis 5. August im Kometensucher nicht mehr zu erblicken. Schönfeld hat das Minimum in einem stärkern Fernrohre sehr genau auf 1855 Juli 27,5 festgestellt. In den beiden folgenden Jahren behielt der Stern nun wie-

der fortwährend seine gewöhnliche Grösse, und so auch noch 1858 März 5; aber am 18. April fand ich ihn auf einmal nur 9. bis 10. Grösse, so dass ich ihn von da an mehrere Tage lang im Kometensucher nicht sehen konnte, und Winnecke bestimmte das Minimum durch Beobachtung am Bonner Heliometer auf 1858 April 22. Im August dieses Jahres war die gewöhnliche Grösse wieder erreicht, aber Ende Februar des folgenden Jahres trat eine neue Abnahme ein. Ueber die merkwürdige Erscheinung, die der Stern bei dem folgenden Minimum zeigte, haben Schönfeld (Astr. Nachr. Bd. 51, S. 577) und Auwers (Astr. Nachr. Bd. 52, S. 219) berichtet. Mit diesem Zeitpunkte hören meine Beobachtungen auf, nach denen von Schönfeld scheint der Stern aber gegen das Ende des Jahres wieder seine gewöhnliche Helligkeit erreicht zu haben. Ueber die Erscheinungen des Jahres 1860 habe ich keine Aufzeichnungen finden können, aber 1861 traf um den 2. August nach Schmidt ein decidirtes Minimum ein, so dass der Stern im Sucher unsichtbar war. Derselbe Beobachter berichtet weiter, dass der Stern 1861 August 31 im Sucher wieder sichtbar ward, und so, meist auch dem freien Auge erkennbar, wenigstens bis 1863 October 29 verblieben sei. Dass er aber in dieser Periode doch wenigstens geringere Schwankungen gemacht habe, sagt Schmidt, und dies wird durch meine Beobachtung 1862 August 26 bestätigt, an welchem Tage ich ihn abnehmend notirt habe; 1863 November 22 und 26 konnte Schmidt ihn im Sucher nicht mehr sehen, und es begann nun, nach demselben Beobachter, eine zweijährige Unsichtbarkeit für schwache Instrumente. — Erst 1867 November 6 ist das Maximum eingetreten (Astr. Nachr. Bd. 73, S. 262); im Jahre 1868 war der Stern dann nach derselben Notiz von April 11 bis November 12 im Sucher unsichtbar. — — Bei dem so sehr regellosen Lichtwechsel kann natürlich an eine einigermaassen genaue Ermittelung der Periode nicht gedacht werden. Pigott hatte sie auf $10^1/_2$ Monate festgestellt, Westphal sie aus dessen und seinen eigenen Beobachtungen zu 335 Tagen, Koch aus seinen Wahrnehmungen zu 323 Tagen angenommen. Eine ähnliche Periode würde sich allerdings auch mit den neueren Beobachtungen vereinigen lassen, aber immer wird man zweifelhaft bleiben, welches von den verschiedenen Minimis man mit den anderen zu verbinden hat. Die oft Jahre lange Veränderlichkeit scheint aber bis jetzt noch durch keine Formel erklärt werden zu können."

R Scuti. Pigott hat die Veränderlichkeit dieses Sternes entdeckt und darüber zuerst in den Phil. Trans. von 1797 berichtet. Später ist der Stern von Koch und Westphal beobachtet worden, aber erst die neueren Beobachtungen von Argelander, Schmidt, Schönfeld und Oudemans bieten der weitern Untersuchung ein hinreichendes Feld. Nach den Untersuchungen von Argelander ist die Periodendauer Schwankungen unterworfen und ihre mittlere Länge beträgt $71{,}089^d \pm 0{,}04166^d$. Doch lassen sich hiermit keineswegs alle beobachteten Maxima innerhalb

der zulässigen Fehlergrenzen darstellen. Auch der Helligkeitswechsel ist sehr unregelmässig. „Während zu gewissen Zeiten," bemerkt Argelander, „die Helligkeit eine ganze Periode hindurch kaum um eine oder die andere Stufe schwankt, ändert sie sich zu anderen Zeiten um ganze Grössenclassen. In einzelnen Minimis sinkt der Stern fast bis zur 9. Grösse herab, während er in anderen kaum unter die 6. bis 7. Grösse herunterkommt. Geringere Schwankungen zeigen sich beim Maximum, aber auch hier betragen sie doch über eine halbe Grössenclasse." Schmidt nimmt (Astr. Nachr. Bd. 46, S. 161 u. ff.) eine doppelte Periode mit zwei Maximis und zwei Minimis an. „Diese Ansicht," bemerkt Argelander, „hat vieles für sich. — Man könnte zwei Ursachen des Lichtwechsels von nahe gleicher Stärke annehmen. Ist die Periode der einen genau das Doppelte der andern, und treffen beide Minima an einer Stelle genau zusammen, so wird sich ein Hauptminimum zeigen, ein secundäres da, wo das zweite Minimum der kürzern Periode mit dem Maximum der längern übereinkommt. Ist die Periode der einen aber nicht genau das Doppelte der andern, und ist auch die Form der Lichtcurven bei beiden verschieden, so werden sich allmälig die Unterschiede zwischen den beiden Minimis verwischen und mit der Zeit werden sie an anderen Stellen auftreten, so wie es die Erfahrung zu lehren scheint. Sollten spätere Beobachtungen diese Hypothese bestätigen, so würde sich auch wohl ein Zusammenhang zwischen diesen Helligkeitsänderungen und den Unregelmässigkeiten in der Dauer der Periode erkennen lassen."

R Virginis. Dieser von Harding entdeckte Veränderliche zeigt eine nicht ganz regelmässige Periode, indem die von Argelander berechneten Elemente

Minimum 1830 Juni 21,3 $\pm$ 0,7^d mittlere Bonner Zeit
Periode 145,541^d $\pm$ 0,053^d

Abweichungen von den Beobachtungen zeigen, die bis auf 15,5 Tage gehen.

R Aquarii, von Harding 1811 als veränderlich erkannt. Die Periode ist nach den neueren Beobachtungen von Argelander und Schönfeld ebenso veränderlich, wie die Helligkeit im Maximum. Argelander findet aus sämmtlichen Maximis folgende

Epoche 1843 September 4,7 mittlere Bonner Zeit
Periode 388,011^d.

Diese Werthe ergeben im Einzelnen Abweichungen von den Beobachtungen, welche die Unregelmässigkeit der Periode documentiren.

R Serpentis, ward von Harding als veränderlich erkannt und diese Entdeckung 1831 in den „kleinen Ephemeriden" publicirt. Argelander hat gezeigt, dass sich die Periode verkürzt. Zählt man die

Epochen von dem ersten Harding'schen Maximum 1814 Mai 14 an, das für 0 angenommen ist, so stellt folgende Formel Argelander's die beobachteten Maxima bis 1868 erträglich dar:

$$1850.\ \text{December}\ 2{,}82 + 355{,}5388^d\,(E - 24) - 0{,}12990^d\,(E - 24)^2.$$

Die Beobachtung d'Agelet's 1783 April 27, wo der Stern 7. Grösse und eine andere April 28., wo er 6. bis 7. Grösse geschätzt ward, gibt aber das Maximum viel später. Der Zukunft muss es anheimgestellt werden, einen genauern Ausdruck für die Abnahme der Periode zu ermitteln. Die Schwankungen der Helligkeit im Maximum sind nach Argelander's Angabe sehr bedeutend, sie gehen von schwach 7. bis 8. Grösse bis hell 6. Grösse.

R Cancri. Die Veränderlichkeit dieses Sternes ward 1829 von Schwerd erkannt, doch wurde derselbe erst 1833 in dem Verzeichniss der beobachteten Sterne zur Berliner Karte hora VIII. angezeigt, woselbst auch die Beobachtungen des Entdeckers mitgetheilt sind. Die Periode scheint sehr unregelmässig zu sein. Argelander hat aus den Beobachtungen zwischen 1852 und 1859 folgende Elemente des Lichtwechsels abgeleitet:

Epoche 1855. März 19,16 $\pm$ 1,75^d mittlere Bonner Zeit
Periode 353,190^d $\pm$ 0,75^d.

α Orionis. Die Veränderlichkeit dieses rothen Sternes hat Sir John Herschel im Jahre 1840 der Königlichen astronomischen Gesellschaft in London angezeigt. Argelander hat alle Beobachtungen über denselben gesammelt und findet:

Periode 196,003^d $\pm$ 0,430^d
Minimum 1845. Januar 16,13 $\pm$ 3,07^d. Maximum 1845. April 17,75 $\pm$ 3,07^d.
Zeit des Zunehmens 91,6^d. Zeit des Abnehmens 104,4^d.

Argelander glaubt, dass die Lichtabnahme zwischen Maximum und Minimum nicht stetig fortgeht, sondern eine Verzögerung erleidet, ähnlich wie bei δ Cephei.

Von den Einzelnheiten in der Art und Weise, wie sich der Lichtwechsel der veränderlichen Sterne dem Beobachter darstellt, zu der Ursache welche denselben bedingt, übergehend, betritt man ein Feld, auf dem der Vermuthung und Hypothese zur Zeit noch ein weiter Spielraum geöffnet erscheint.

Untersucht man das, was sämmtliche oder doch die meisten Veränderlichen neben gewissen individuellen Eigenthümlichkeiten mit einander gemein haben, so erkennt man mit grösserer oder geringerer Deutlichkeit einige Gesetze, die vielleicht mit der Zeit leitende Fäden an die Hand zu geben vermögen, um mit wissenschaftlicher Sicherheit die Ursachen des Lichtwechsels zu erkennen.

Im Allgemeinen zeigt sich zuerst, dass die Sterne, welche die grössten Schwankungen der Periodendauer aufweisen, auch die grössten Schwankungen der Helligkeit in identischen Theilen der Periode zeigen. Dieser wichtige Satz darf freilich, wie Schönfeld mit Recht hervorhebt, keineswegs so gedeutet werden, dass grosse Abweichungen im Eintreten eines Maximums, von dem nach mittlerer Periode berechneten, auch stets von grossen Abweichungen der Helligkeit von ihrem mittlern Werthe begleitet wären. „Der Zusammenhang zwischen Zeit und Helligkeit des Maximums oder Minimums scheint bei den meisten Sternen verwickelterer Natur zu sein, und beide von verschiedenen Ursachen abzuhängen. Am regelmässigsten sind in Bezug auf die Lichtcurve die Sterne von kurzer Periode, besonders Algol, *s* im Krebs, η im Adler, ζ in den Zwillingen und vor allen δ im Cepheus.“ (36. Mannh. Jahresbericht 1870).

Vergleicht man die Periodendauer mit der Zahl der Veränderlichen nach der oben mitgetheilten Tafel, so ergiebt sich

Dauer der Periode	Zahl der Veränderlichen	Dauer der Periode	Zahl der Veränderlichen
1 bis 20 Tage	13	350 bis 400 Tage	13
20 „ 50 „	1	400 „ 450 „	8
50 „ 100 „	4	450 „ 500 „	3
100 „ 150 „	4	500 „ 550 „	0
150 „ 200 „	5	550 „ 600 „	0
200 „ 250 „	9	600 „ 650 „	1
250 „ 300 „	14	650 „ 700 „	0
300 „ 350 „	18	700 „ 750 „	1

Man bemerkt in dieser Tabelle ein ziemlich regelmässiges Anwachsen der Häufigkeit von Veränderlichen bis zur Periodendauer von 300 bis 350 Tagen. Ein zweites Maximum der Häufigkeit ergibt sich für die Veränderlichen, deren Periode kürzer als 20 Tage ist. Wenn auch im Einzelnen, wegen der zur Zeit noch sehr beschränkten Kenntnisse, die vorstehende Tafel äusserst unvollkommen sein muss, so bleibt darum das eben erwähnte Uebergewicht der Perioden von nahe einjähriger Dauer nicht minder merkwürdig.

Ein sehr charakteristisch hervortretendes Gesetz offenbart sich in der Zu- und Abnahme des Lichtes, indem der grösste Theil der periodischen Sterne schneller an Licht zunimmt als abnimmt. Dies deutet auf eine Ursache, die weit durch das Universum hindurch in der Constitution der veränderlichen Sterne selbst begründet erscheint.

Vergleicht man die Farben der Veränderlichen, so finden sich nach

Schönfeld unter 72 Sternen, über deren Farben genügende Beobachtungen zu Gebote stehen:

59 roth oder orange,
4 gelb,
9 weiss oder ungefärbt.

Kein einziger ist grün oder blau, und von den ungefärbten sind fünf so schwach, dass über ihre Farbe nur schwer zu entscheiden ist. Dagegen gehören von den rothen viele zu den am intensivesten und schönst gefärbten Sternen des Himmels. Im Allgemeinen kann man annehmen, dass $^5/_6$ aller Veränderlichen eine rothe Färbung zeigen, so dass man schliessen muss, dass Sterne von rother Farbe besonders zu Lichtveränderungen geneigt sind. Diese Thatsache ist, wie Schönfeld mit Recht hervorhebt, ein hinreichender Fingerzeig, um anzunehmen, dass die Ursachen der Veränderlichkeit in der physischen Constitution der Sterne liegen, dass sie weniger ein Gegenstand der Mechanik als der Physik des Himmels sind.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass die nächsten Ursachen, welche die Veränderlichkeit der meisten periodischen Sterne bedingen, eine grosse Analogie mit den Sonnenflecken zeigen. Abgesehen von der zeitlichen Ungleichheit der Lichtzu- und Abnahme (die auf eine den meisten Veränderlichen gemeinsame Ursache hinweist) lassen sich sämmtliche Erscheinungen, welche die veränderlichen Sterne für uns darbieten, durch Fleckenbildung an ihren leuchtenden Oberflächen darstellen. Aber die Ursache dieser periodischen Fleckenbildung ist selbst bei unserer Sonne gegenwärtig noch durchaus in Dunkelheit gehüllt. Alle Versuche, die Bildung der Sonnenflecke an das Princip der Massenanziehung zu knüpfen und die Periodicität ihres Auftretens etwa durch eine vom Jupiter veranlasste Ebbe und Fluth zu erklären, erweisen sich als verfehlt, indem in diesem Falle die Periode nicht gleich der wahren Umlaufszeit jenes Planeten, sondern gleich der Hälfte seiner synodischen Revolution sein müsste, analog wie die Periode der Gezeiten ein halber Mondstag, die Hälfte der Zeit zwischen zwei Mondculminationen ist.

Neue Sterne.

Das Auflodern neuer Sterne an der nächtlichen Himmelsdecke, ein sehr seltenes Phänomen im Verlaufe der historischen Erinnerung, hat schon früh zu der Anschauung geleitet, dasselbe als wichtige Begebenheit in den Welträumen zu betrachten. Mit Erstaunen erkannte man, dass die alten, liebgewonnenen Ansichten von der uralten, nimmer gestörten Ordnung im Weltenraume, der Wahrheit nicht entsprechen; ahnungsvoll schweifte der Blick hinüber und suchte der Verstand grübelnd zu ergründen, welches kosmische Ereigniss der Erde in dem aufglimmenden Lichtpunkte sichtbar werde. Besonders die prachtvolle Erscheinung eines hellleuchtenden Sternes in der Cassiopeia und das bald darauf erfolgende Auflodern des neuen Fixsterns im Schlangenträger, haben gegen Ende des sechzehnten Jahrhunderts Veranlassung zu einer Menge, grösstentheils wunderlicher, Hypothesen über die Entstehung, ja über den Zweck neuer Sterne geführt. Selbst der sonst so nüchterne Beobachter Tycho kann sich unter dem Einflusse der grossen Himmelsbegebenheit in der Cassiopeia nicht enthalten, Vermuthungen über die Entstehung dieses Sternes auszusprechen. Nach seiner Ansicht ballt sich der dunstförmige Himmelsstoff periodisch zu, in der Verdichtung leuchtend werdenden Fixsternen. Diese Verdichtung sei schon in der Milchstrasse bis zu dem Grade des milden Leuchtens vorgeschritten. Deshalb stehe auch der neue Stern, ebenso wie die, welche in den Jahren 945 und 1264 aufgelodert, am Rande der Milchstrasse; ja, man glaube sogar noch die Oeffnung zu erkennen, welche durch Entziehung des nebligen Himmelsstoffes, in der Milchstrasse entstanden sei. Mit Verwunderung erkennt man hier Anschauungen, wie sie zwei Jahrhunderte später ähnlich von dem grössten astronomischen Entdecker aller Zeiten, William Herschel, sind aufgestellt worden. Allein es bleibt stets misslich, das, was unserer Berührung unerreichbar in den fernen Himmelsräumen kreist, an eine uns so nahestehende Epoche

des Werdens zu binden. Die Spectralanalyse ist ein Mittel geworden, um exacte Untersuchung an Stelle der blossen Vermuthung treten lassen zu können, und glücklich hat es sich ereignet, dass im Mai 1866 ein Stern aufloderte und so Gelegenheit bot, die Kraft der neuen Analyse auch nach dieser Richtung glänzend zu erproben.

Ich gehe jetzt zur Aufzählung der neuen Sterne, geordnet nach der Zeitfolge ihres Erscheinens, über. Leider sind die älteren Nachrichten fast ohne Ausnahme äusserst unsicher und zweifelhaft, und ohne den Fleiss und die Aufmerksamkeit der alles registrirenden Chinesen, ohne Ma-duan-lin's wichtiges Werk Wen-chiang-tung-kao, würde das Verzeichniss der neuen Sterne bis zum Erwachen der Wissenschaften im Abendlande ebenso unvollständig sein, wie die Verzeichnisse der Kometen und Feuerkugeln ohne die chinesischen Berichte für dieselben Zeiten.

134 v. Chr. Im Monat Juli, nach Ma-duan-lin. Der Stern erschien zwischen β und ϱ Scorpii. Dieser Stern ist, wie Sir John Herschel hervorgehoben, vielleicht identisch mit dem neuen Sterne, der Hipparch, nach des Plinius Zeugnisse, zur Anfertigung seines berühmten Sternverzeichnisses veranlasste.

123 n. Chr. Im December, zwischen α Herculis und α Ophiuchi. Dieser Stern, dessen Ma-duan-lin gedenkt, ist vielleicht der nämliche, der unter Hadrian's Regierung erschienen sein soll. Es findet allerdings in den Angaben ein Zeitunterschied von 7 Jahren statt.

173 „ Zwischen α und β Centauri. Die Angaben wiederum nach Ma-duan-lin. „Der Stern," heisst es, „verschwand nach acht Monaten, als er nach einander die fünf Farben gezeigt." Die fünf Farben bei den Chinesen sind: Blau, Gelb, Roth wozu noch Weiss und Schwarz treten.

Der chinesische Bericht kann also ohne Zwang so gedeutet werden, dass der Stern mit blendend weissem Lichte aufloderte, dass dieser Glanz abnahm (bläuliche Farbe), dass das Licht gelblich, darauf röthlich wurde und zuletzt (für das blosse Auge) erlosch.

386 „ Nach Ma-duan-lin, zeigte sich der Stern vom April bis zum Juli zwischen λ und φ Sagittarii. Humboldt führt für 369 und 389 noch zwei neue Sterne an. Ich glaube um so mehr, dass sich die Nachrichten hierüber auf den Stern von 386 beziehen, als bei dem ersten die Jahreszeit, bei dem zweiten der Ort einigermaassen mit den chinesischen Berichten übereinstimmt.

393 „ Nach Ma-duan-lin erschien der Stern im Schwanze des Scorpion während des Monats März.

827 „ Das Jahr ist unsicher. Der Stern ward als sehr hell von

den beiden arabischen Astronomen Haly und Giafar Ben-Mohamed-Albumazar zu Babylon beobachtet. Der Stern stand im Skorpion und verschwand nach vier Monaten.

1006 n. Chr. Im Widder. Nach den Annalen des Mönches Hepidannus von St. Gallen, strahlte der Stern prachtvoll glänzend gegen Ende des Monats Mai auf und verschwand wieder im August. Aus den Worten des Chronikschreibers scheint hervorzugehen, dass der Stern sehr stark funkelte.

1011 „ Zwischen σ und φ Sagittarii, nach Ma-duan-lin. Der Stern erschien im Februar.

1203 „ Im Schwanze des Skorpion, wiederum nach Ma-duan-lin. Seine Farbe war weissbläulich; er war ohne allen leuchtenden Nebel, dem Saturn ähnlich.

1230 „ Zwischen Ophiuchus und der Schlange, abermals eine Angabe von Ma-duan-lin. Der Stern strahlte um die Mitte des December 1230 auf und verschwand im März 1231.

1245 „ Ein heller Stern im Steinbock, nach der handschriftlichen Chronik von Albertus Stadensis (Oldenburg). Der Stern war der Venus vergleichbar, aber von rother, jener des Mars ähnlicher Farbe. Er blieb etwa 2 Monate sichtbar.

Leovitius spricht für 1264 auch von einem neuen Sterne, aber er setzt ihn zwischen Cepheus und Cassiopeia und hat seine Nachricht angeblich auch nur aus einer handschriftlichen Chronik.

1572 „ In der Cassiopeia. Es ist der durch Tycho's Beobachtungen so berühmt gewordene Stern. Tycho bemerkte ihn zufällig am 11. November, erfuhr indess bald, dass er von dem gewöhnlichen Volke in Deutschland schon früher gesehen worden war. Der Stern stellte sich völlig nebelfrei wie jeder andere Fixstern dar, doch funkelte er beträchtlich stärker als die Sterne 1. Grösse. An Helligkeit kam er anfangs der Venus in ihrem Maximum gleich und scharfe Augen erkannten ihn bei heiterer Luft selbst am Tage um die Mittagszeit. Bei Nacht erschien er bisweilen selbst durch Wolken, welche alle übrigen Sterne verschleierten. Bereits im December begann die Lichtintensität abzunehmen, der Stern wurde dem Jupiter gleich. Im Januar 1573 war er bereits schwächer als dieser Planet, im Februar und März setzte ihn Tycho der Helligkeit eines Sternes 1. Grösse gleich, in den Monaten April und Mai erschien er von der 2. Grösse, im Juli und August war er 3. Grösse, im October und November 4. Grösse, in den Monaten December 1573 bis Februar 1574 sank er von der 5. zur 6. Grösse herab und im März des letztgenannten

Jahres verschwand er gänzlich für das blosse Auge. Nicht minder wie die Helligkeit veränderte sich auch die Farbe dieses merkwürdigen Gestirns. Anfangs, so lange der Stern noch wenigstens dem Jupiter an Helligkeit gleich war, erschien er durchaus weiss, darauf wurde er gelblich und zuletzt roth. Im Frühlinge 1573 verglich Tycho die Farbe mit jener des Mars, hierauf mit derjenigen von Beteigeuze. Im Mai dieses Jahres war der Stern indess wieder entschieden weisslich geworden und blieb so bis zum Verschwinden. Doch funkelte er noch als Stern 5. Grösse ungemein stark.

Um sich von der völligen Unbeweglichkeit des neuen Sternes zu überzeugen, hat Tycho denselben durch sorgfältige Sextantenmessungen mit den Sternen ζ, α, η, γ, δ, ε, ι, $\varkappa$ und β Cassiopeiae verbunden. Aus diesen Messungen leitete der grosse Beobachter den Ort des Sternes ab für 1573:

Rectascension 0° 26′ 24″, Declination + 61° 46′ 45″.

Durch sorgfältige Discussion der Tychonischen Beobachtungen und unter Reduction der Positionen der Sterne der Cassiopeia auf das Jahr 1573, hat Argelander den Ort des Sternes gefunden, für

1573: Rectascension 0°28′6,3″, Declination + 61°46′22,8″.

Hieraus folgt der Ort für

1865: Rectascension 4°19′57,7″, Declination + 63°23′55,4″.

Dieser Ort stimmt in merkwürdiger Weise mit demjenigen eines kleinen Sternes 10. bis 11. Grösse überein, welchen d'Arrest in seinem Cataloge von 212 Sternen in der Umgebung des Ortes des Tychonischen Sternes aufführt. Dieses Verzeichniss und eine nach demselben construirte Karte, beide gültig für den Beginn des Jahres 1865, sind bis zur 15. oder 16. Grösse vollständig in unmittelbarer Nähe jener Stelle, wo der Stern von 1572 gesehen wurde, und zwar innerhalb eines Radius von 10 Bogenminuten um den wahrscheinlichen Ort des Sternes. „Innerhalb dieses Kreises wird man“, sagt d'Arrest, „jeden am Himmel sichtbaren und auf der Karte nicht verzeichneten Gegenstand, mit völliger Sicherheit als neu oder veränderlich annehmen können“. Der Stern, welcher nahe mit der von Argelander berechneten Position übereinstimmt, ist Nr. 123 des d'Arrest'schen Verzeichnisses, dessen

Rectascension 4°19′30″, Declination + 63°22,9′.

Professor Argelander hat früher in Abo mit dem dortigen achtfüssigen Passageninstrumente den Tychonischen Stern an dem von ihm berechneten Orte aufgesucht, aber im dunkeln Felde nichts sehen können. Er hat den Versuch später an demselben Orte und um das Jahr 1849 in Bonn vergeblich

wiederholt. Die Sterne Nr. 33 und 148 seines Verzeichnisses schätzt d'Arrest ebenso wie Nr. 123 zur 10. bis 11. Grösse. Beide sind von Argelander im Kometensucher wahrgenommen worden. „Allerdings," bemerkt Argelander, „sind am Kometensucher zuweilen auch ausserordentlich schwache Sterne beobachtet worden, oft so schwache, dass ich sie im dunkeln Felde des Meridiankreises erst sehen konnte, nachdem ich das Auge eine lange Zeit an die Dunkelheit gewöhnt hatte. Dass ich daher d'Arrest's Stern am Meridiankreise nicht gesehen habe, möchte ich nicht für entscheidend halten; dass ich ihn aber in dem lichtstarken achtfüssigen Fernrohre zu einer Zeit nicht gesehen habe, wo meine Augen noch viel kräftiger waren als jetzt, erscheint mir doch als höchst auffallend. Ich möchte daher die Astronomen, denen sehr starke Fernrohre zu Gebote stehen, dringend auffordern, diesem Sterne ihre Aufmerksamkeit zuzuwenden."

Schon Goodricke vermuthete, der Tychonische Stern möge identisch sein mit den neuen Sternen von 945 und 1264, und sei daher zu den Veränderlichen zu rechnen mit einer Periode von 300 bis 320 Jahren. Wäre diese Vermuthung, die Arago unzulässig findet, richtig, so müsste der Stern gegen Ende dieses Jahrhunderts wiedererscheinen.

1578 n. Chr. Nach Ma-duan-lin's Verzeichnisse erschien im Februar dieses Jahres ein Stern, dessen Lichtintensität sehr bedeutend gewesen sein muss, indem er als „gross wie die Sonne" bezeichnet wird. Da die Chinesen von Tycho's Stern schweigen und ein beträchtlich heller, neuer Stern im Jahre 1578 im Abendlande nicht wohl mehr ungesehen hätte vorübergehen können, so ist es äusserst wahrscheinlich, dass der Stern von 1578 identisch mit dem Tychonischen ist und in den chinesischen Berichten ein Irrthum in der Jahreszahl angenommen werden muss.

1584 „ Bei π Scorpii am 1. Juli gesehen, nach chinesischen Berichten. Es ist eine merkwürdige Thatsache, dass im Sternbilde des Scorpions, so weit historische Nachrichten reichen, fünfmal neue Sterne aufloderten. Bei der Unsicherheit der alten Angaben lässt sich Genaueres über den Ort derselben nicht ermitteln, allein es ist auffallend, dass die Zwischenzeiten zwischen je zwei Erscheinungen, die im Mittel 428 Jahre betragen, kaum um $1/8$ dieses Betrages unter einander abweichen. Man hat folgende Daten:

	Δ
134 v. Chr.	
	522 Jahre
393 n. Chr.	
	434 „
827 „ „	
	376 „
1203 „ „	
	381 „
1584 „ „	

Soll man hiernach den Stern für einen periodisch wiederkehrenden halten? Seine nächste Sichtbarkeit würde dann gegen das Jahr 2000 eintreten müssen.

1600 n. Chr. Es ist der Stern 34 Cygni bei Bayer. Er wurde zuerst von Wilhelm Janson beobachtet. Kepler sah ihn erst zwei Jahre später und fand ihn 3. Grösse. Im Jahre 1621 verschwand der Stern ganz, gelangte aber 1655 nach D. Cassini wieder zur 3. Grösse, um darauf abermals zu verschwinden. Hevel sah ihn im November 1665 wieder auftauchen, doch ohne dass er die 3. Grössenclasse erreicht hätte. Zwischen 1667 und 1682 war er von der 6. Grösse und ist so geblieben bis auf den heutigen Tag.

1604 „ im Schlangenträger. Der Stern wurde zuerst von Johann Brunowski am 10. October 1604 gesehen. Er war heller als alle Sterne 1. Grösse, doch stand er der Venus an Glanz nach. Obgleich an Licht nicht dem Tychonischen Sterne vergleichbar, erregte doch sein starkes Funkeln das Staunen aller Beobachter. Im Anfange des Jahres 1605 war er heller als Antares, stand aber an Lichtstärke dem Arctur nach. Ungefähr drei Monate später war der Stern schon zur 3. Grösse herabgesunken. Zwischen Februar und März 1606 verschwand er spurlos, ohne indess Farbenänderungen wie der Stern Tycho's gezeigt zu haben. (Kepler De nova Stella Serp. p. 5, 125).

Aus den Beobachtungen von Fabricius hat Prof. Schönfeld den Ort des Sternes für 1855,0 bestimmt:

Rectascension	$17^h 21^m 57^s$, jährliche Veränderung	$+ 3{,}586^s$
Declination	$21^0 21{,}2'$ „ „	$- 0{,}055'$

Die chinesischen Berichte sprechen für die Jahre 1604 bis 1606 von einem grossen rothgelben Sterne bei π Scorpii, der möglicher Weise mit dem obigen identisch ist. (Vgl. A. Nachr. Nro. 1121).

1612 „ im Adler von Justus Byrgius beobachtet. Auch Riccioli erwähnt desselben und nennt als seine Quelle Fromordi meteorologica lib. 3, cap. 2, art. 7. Die Chinesen erwähnen für 1609 eines neuen Sternes „von ansehnlicher Grösse“.

1670 „ Am 20 Juni dieses Jahres fand der Karthäuser Anthelme einen neuen Stern 3. Grösse am Kopfe des Fuchses, nahe bei β Cygni. Am 10. August war er bereits zur 5. Grösse herabgesunken und verschwand nach drei Monaten gänzlich.

Am 17. März 1671 zeigte er sich dagegen wieder von der 4. Grösse und nach Dom. Cassini von sehr veränderlichem Glanze. Im Februar 1672 wurde er vergebens gesucht, dagegen zeigte er sich am 29. März jenes Jahres von der 6. Grösse und verschwand dann für immer. (J. Cassini, Élemens d'Astr. p. 69 u. ff.).

1848 n. Chr. im Ophiuchus; von Hind am 27. April 1848 als Stern 4,5. Grösse von gelblich rother Farbe entdeckt. Er nahm rasch an Helligkeit ab und war 1850 bereits 10. bis 11. Grösse. Oudemans fand ihn 1855 ebenso, neuerdings habe ich ihn vergebens gesucht. Der Ort ist für 1850:

Rectascension $16^h 51^m 5{,}72^s$, Declination — $12^\circ 39' 27{,}5''$.

1860 „ im Skorpion am 21. Mai von Auwers entdeckt. (A. Nachr. Nro. 1267.) Es sank bald von der 7. bis zur 10. Grösse. Der Ort ist für 1860,0:

Rectascension $16^h 8^m 42{,}5^s$, Declination — $22^\circ 37', 27''$.

1866 „ in der nördlichen Krone. Der Stern scheint zuerst von John Birmingham zu Tuam am 12. Mai Abends $11^3/_4{}^h$ in einer α Coronae nahe gleichen Helligkeit gesehen worden zu sein. An demselben Abende von 8 bis 11 Uhr mittlerer Zeit zu Athen, beobachtete Schmidt die Umgebung der Krone, ohne indess einen Stern 5. bis 6. Grösse der früher nicht dort gestanden, zu bemerken. Erst am folgenden Tage $8^h 48^m$ mittlerer Athener Zeit ($7^h 24^m$ m. Z. v. Paris) sah er den Stern zum ersten Male. Er war nur wenig schwächer als α Coronae und sein Licht einfach gelbweiss, etwas mehr gelb als α. Vergleicht man die (negative) Athener Wahrnehmung mit der Beobachtung zu Tuam, so ergibt sich, dass der Stern in weniger als zwei Stunden mindestens von 5,6. bis zur Helligkeit eines Sternes 2,3. Grösse wuchs, also um volle drei Grössenclassen. Die Ortsbestimmung des merkwürdigen Gestirnes ergab bald, dass es nicht eigentlich ein neues, sondern vielmehr identisch mit Nr. 2765 der Bonner Durchmusterung (Bd. IV.) sei, einem Sterne, der dort als 9,5. Grösse bezeichnet wird. Nach den Bestimmungen von Jul. Schmidt ist der Ort des Sternes für 1866,0:

Rectascension $15^h 53^m 53{,}86^s$, Declination + $26' 18' 5{,}4''$.

Der thätige Director der Athener Sternwarte hat die Lichtänderung des Sternes zwischen dem 13. Mai und 1. Juni genau verfolgt. Die nächstehende Tafel enthält eine Zusammenstellung der bekannt gewordenen Helligkeitsschätzungen. Die Angaben sind eigentlich nicht alle direct mit einander vergleichbar, da die Beobachter die Grössen keineswegs stets gleichschätzen. Da jedoch eine genauere Reduction wegen der Mangelhaftigkeit des vorliegenden Materials nicht mög-

lich, so sind da, wo mehrere Schätzungen für dieselbe Zeit vorlagen, die arithmetischen Mittelwerthe der einzelnen Angaben genommen worden. Eine Ausnahme machen die Tage zwischen Mai 13 und Juni 1, wo allein die Schätzungen von Schmidt angesetzt wurden.

	Grösse		Grösse		Grösse
Mai 12.	2,0	Mai 23.	8,0	Juni 6.	8,8
„ 13.	2,2	„ 24	8,0	„ 7.	9,0
„ 14.	3,0	„ 25.	8,5	„ 8.	8,8
„ 15.	3,5	„ 26.	8,5	„ 9.	8,5
„ 16.	4,0	„ 28.	8,5	„ 10.	8,8
„ 17.	4,5	„ 29.	8,7	„ 11.	9,0
„ 18.	5,5	„ 30.	8,5	„ 12.	9,2
„ 19.	6,0	„ 31.	8,6	„ 13.	9,0
„ 20.	6,5	Juni 1.	8,7	„ 20.	9,5
„ 21.	7,0	„ 2.	8,5	Juli 1.	9,5
„ 22.	7,5	„ 4.	8,6	„ 3.	9,5

Man ersieht aus dieser Zusammenstellung, dass die Lichtabnahme anfangs regelmässig und schnell, später, besonders nach dem 4. Juni, langsamer und unregelmässig stattfand. In den ersten Tagen, als das Gestirn noch ziemlich stark leuchtete, zeigte es sich mit einem schwachen Nebel umgeben. Derselbe konnte nicht mehr wahrgenommen werden, nachdem der Stern unter 5,5. Grösse herabgesunken war.

Bezüglich der spectroskopischen Untersuchung des Sternes, bemerkt William Huggins in einem Schreiben an den Herausgeber der „Astronomischen Nachrichten“ unter dem 19. Mai Folgendes:

„On the 16 inst, J and Dr. W. A. Miller made the following observations of the spectrum of this remarkable object.

Unlike the spectrum of any star we have examined, the spectrum of this object is double, showing that the light by which it shines has emanated from two distinct soures. The principal spectrum is analogous to that of the sun, and is formed by light, which was emitted by an incandescent solid or liquid photosphere and has suffered partial absorption by passing through an atmosphere of vapours at a lower temperature than the photosphere.

„Superposed over this spectrum is a second spectrum consisting of a few bright lines, this is evidently due to light which has emanated from intensely heated matter in the state of gas.

„Description of the principal spectrum. In the red a little more refrangible than *C* of the solar spectrum are two strong dark lines of absorption. The interval bet-

ween these and a line a little less refrangible than D is shaded by of number of dark lines. A less strongly marked line is seen about B. Between D and a part of the spectrum about b of the solar spectrum, the lines of absorption are numerous but very thin and faint. A little beyond b commences a series of groups of dark lines.

„Description of the Gaseous Spectrum. A bright line, much brighter than the part of the principal spectrum where it occurs, coincides with Fraunhofer's F. At rather more than one fourth of the distance between F und G, a second and less brilliant line was seen. Beyond this line and at less than a third of its distance from F, a third bright line still fainter, and either double or nebulous, was observed. I fourth bright line was seen by glimpses in the more refrangible part of the spectrum. In the red, in the position of Fraunhofer's C, a bright red band was seen.

„It is well known that C and F of the solar spectrum coincide with lines of hydrogen. On the evening of the 17 inst., I observed the lines of hydrogen heated by the induction spark, in the instrument simultaneously with the bright lines of this remarkable star. The brightest line coincided with the centre of the indefined hydrogen line in the green. On account of the faintness of the stellar spectrum the coincidence of the red band could not be determined with certainly, but is appeared to agree in position in the spectrum with the red line of hydrogen. If hydrogen be really the gas from which the lines of this star emanate, the conditions, under which it has become luminous are probably different from those of terrestrial flames. The line in the star is brilliant and well defined at the edges, but the green line of hydrogen is usually more expanded and less luminous than the strong red line, which characterizes the spectrum of this gas. The faint line seen by glimpses in the more refrangible part of the spectrum of the star, may correspond with the blue line of hydrogen.

„The observation that the bright lines of this star are more brilliant, than the corresponding parts of the continuous spectrum over which they fall, appears to indicate that the gas from which the light represented by the bright lines emanates is at a much bigher temperature than the photosphere of the star."

Die Erklärung der beiden Spectra durch Huggins und Miller, wonach sich aus dem Innern jenes Fixsterns plötzlich eine grosse Menge Wasserstoff entwickelt habe, der, in Brand gerathend, die feste Masse zum Glühen erhitzte: halte

ich für entschieden unrichtig. Eine plötzliche Entwickelung von Wasserstoff in so bedeutenden Quantitäten, wie sie hier erforderlich sind, ist an und für sich wenig wahrscheinlich, bei einem von jeher gleich unserer Sonne leuchtenden Fixsterne, der demnach stets eine ungemein hohe Temperatur besass, aber unmöglich. Dahingegen ist die Ansicht, dass das plötzliche Auflodern des Sternes in der Krone durch Herabsturz einer gewaltigen Körpermasse, vielleicht eines Planeten, auf jenen Fixstern hervorgebracht wurde, wobei die Körperbewegung in Atombewegung, in Wärme und Licht umgesetzt ward, weit wahrscheinlicher, ja fast kaum abzuweisen.

Wenn es eben als wahrscheinlich bezeichnet wurde, dass in dem Auflodern des Sternes in der Krone sich für uns ein grosses kosmisches Phänomen darstellte, welches schon von Newton als „Brand und Zerstörung eines Weltkörpers“ bezeichnet ward: so muss doch daran erinnert werden, dass bei dem dermaligen Zustande des Wissens, diese Deutung nicht sofort einseitig auf alle neu erschienenen Sterne übertragen werden darf. Allerdings muss man eine ähnliche Erklärung für alle plötzlich auflodernden Sterne, wie z. B. jenen in der Cassiopeia, die nach kurzem Leuchten gewissermaassen flackernd wieder verlöschen, als die wahrscheinlich passendste bezeichnen; allein es ist nicht zu bestreiten, dass in anderen Fällen Veränderlichkeit von sehr langer Periodicität mit thätig sein kann.

Betrachtet man die örtliche Vertheilung der neuen Sterne an der Himmelsdecke, so weit die fragmentarischen Nachrichten der frühern Zeit dies gestatten, so erkennt man, dass die meisten in der Nähe der grossen Gabelung der Milchstrasse zwischen den Constellationen des Adlers und des Skorpions aufleuchteten, also in der Richtung, nach welcher hin im Allgemeinen sich unser Sonnensystem durch den Raum bewegt. Schon Humboldt wirft im Kosmos die Fragen auf: „Darf man aus der Frequenz des Aufloderns in denselben Constellationen folgern, dass in gewissen Richtungen des Weltraumes, z. B. in denen, in welchen wir die Sterne des Skorpions und der Cassiopeia sehen, die Bedingungen des Aufstrahlens durch örtliche Verhältnisse besonders begünstigt werden? Liegen nach diesen Richtungen hin vorzugsweise solche Gestirne, welche zu explosiven, kurzzeitigen Lichtprocessen geeignet sind? Die Anzahl der mit Sicherheit erkannten neuen Sterne ist nicht gross genug, um das Zufällige der optischen Gruppirung von demjenigen mit Sicherheit trennen zu können, was als ursächliches Princip die örtliche Richtung und Lage des auflodernden Gestirns bedingt“. (Kosmos Bd. III, S. 231.)

Wenn man die Ursache der eigentlich auflodernden Fixsterne in dem Herabsturze gewaltiger Körpermassen, in der Umsetzung von Massenbewegung in Molecularbewegung erblickt: so wird man geneigt, die Grösse, den mechanischen Effect des Phänomens, nicht sowohl nach der Maximal-

intensität des Lichtes der Nova, als vielmehr nach der Dauer des Leuchtens abzuschätzen. Hiernach sind die gewaltigsten Erscheinungen: Kepler's Stern im Schwan und der Stern von Anthelme am Kopfe des Fuchses. Der letztere war bloss von der dritten Grösse, aber auch der erstgenannte erreichte aufleuchtend nicht den strahlenden Glanz des berühmten Tychonischen Sternes. Nach dem genannten Princip ist es wahrscheinlich, dass uns die wichtigsten und interessantesten Erscheinungen neuer Sterne bisher leider entgehen mussten. Die Vervollkommnung der Sternkarten erweckt bessere Hoffnungen für die Zukunft.

Die Eigenbewegungen der Fixsterne.

Die Veränderlichkeit des Lichtes, der Farben- und Helligkeitswechsel der Fixsterne, ist es keineswegs allein, welcher den Anblick der gestirnten Himmelsdecke in den verschiedenen Jahrtausenden verschieden erscheinen lässt. In Folge der eigenen Bewegungen, welche gegenwärtig bei einer sehr grossen Anzahl von Fixsternen bereits erkannt und ihren numerischen Werthen nach, annähernd bestimmt, bei allen aber als theoretisch nothwendig anzunehmen sind: verändern sich im Laufe der Zeit die Gruppirungen der Gestirne, welche, nach der kindlichen Ansicht der Alten, an der Himmelssphäre „eingeheftet" sein sollten; es zerreissen die Banden der uralten Sternconstellationen. Der glänzende Sirius hat seit den Tagen der Erbauung Roms seinen Ort am Himmel um mehr als anderthalb Vollmondbreiten verändert; der helle Stern im Ochsenhüter, α Bootis, um mehr als drei Vollmondbreiten und α im Centauren fast um fünf. Der merkwürdige Doppelstern Nr. 61 im Schwan würde, falls seine gegenwärtige Eigenbewegung seiner scheinbaren mittlern entspricht, in 250 000 Jahren den ganzen Himmel umwandern. Die bedrückende Grösse dieser Periode tritt überwältigend hervor durch die Geringfügigkeit der Maasseinheit, die wir, in der Umlaufsdauer der Erde um die Sonne, zum Grunde legen. Dennoch verweilt der menschliche Geist mit einer Art von Wohlgefallen bei der Betrachtung solcher ungeheuren Perioden; und von einem eigenthümlichen Reize umhüllt erscheint der Gedanke an den Ocean der Zeit, der hinwegrauscht zwischen dem Zusammentreten der vier Sterne des südlichen Kreuzes zu dieser schönen Constellation und dem Zerreissen derselben; der Jahresfülle, die verfliessen wird, bis das Sternbild der nördlichen Krone zerfallen oder der Gürtel des Orion aufgelöst ist.

Halley war der Erste, der eine Ortsveränderung einzelner Fixsterne ahnte, nachdem Riccioli früher aus einer rohen Zusammenstellung älterer und neuerer Alignements sich für eine absolute Unbeweglichkeit derselben ausgesprochen hatte. (Ricc. Astr. reform. 1665.) Halley entwickelte

seine Behauptungen in den Philos. Transact. von 1717 bis 1719 (Bd. XXX.), wo er durch Vergleichung der neueren Positionen mit jenen des Hipparchisch-Ptolemäischen Catalogs, für Sirius, Arctur und Aldebaran eine entschiedene Aenderung ihrer Breiten nachzuweisen suchte. Jacob Cassini zeigte Analoges aus der Vergleichung der Breiten des Arctur, welche Richer 1672 gemessen, und den eigenen Beobachtungen bis 1738. Er fand später das Gleiche auch für die Längen. (Lalande, Astronomie §. 2773 und 2779. Memoiren der Pariser Akad. d. Wissensch. 1738). Diesen ersten Anfängen folgten bald grössere und schärfere Untersuchungen, bei welchen hauptsächlich die ausgezeichneten Beobachtungen Römer's zum Ausgangspunkte genommen wurden. Auf diese Weise erhielten Tobias Mayer und Maskelyne Werthe für die Eigenbewegungen einer Anzahl von Fixsternen, deren Bedeutung heute freilich nur eine verschwindend geringe ist. (Tob. Mayer, Oper. ined. vol. I.). In der Memorie dell' instituto nazionale Italiano 1804, gab Piazzi die Ableitung der Eigenbewegungen von 300 Fixsternen; allein diese Arbeit wurde weit überflügelt von den wichtigen Untersuchungen William Herschel's und Prévot's. Diese Untersuchungen erschienen in den Philos. Transact. von 1783, 1805 und 1806, sowie in den Memoiren von Berlin 1801. Diese Arbeiten zeigten, dass die scheinbaren Eigenbewegungen der Fixsterne als Resultat der wahren Bewegung derselben im Raume und der Bewegung unseres eigenen Sonnensystems zu betrachten sind, für unsern Standpunkt natürlich mit Rücksicht auf die optische Projection am Himmelsgewölbe. Die erste Ahnung einer translatorischen Bewegung unseres Sonnensystems, findet sich (mit Uebergehung einer gelegentlichen Vermuthung Fontenelle's) bei Bradley. In seiner merkwürdigen Abhandlung über die Nutation sagte 1748 dieser grosse Beobachter:

„Wenn man erkennt, dass unser Planetensystem seinen Ort im Raume verändert, so kann daraus in der Zeitfolge eine scheinbare Variation in der Winkeldistanz der Fixsterne sich ergeben. Da nun in diesem Falle die Position der uns näheren Gestirne mehr als die der entfernteren betheiligt ist, so werden die relativen Stellungen beider Classen von Gestirnen zu einander verändert scheinen, obgleich eigentlich alle unverändert geblieben sind. Wenn dagegen unser Sonnensystem in Ruhe ist und einige Sterne sich wirklich bewegen, so werden sich auch ihre scheinbaren Positionen verändern, und zwar um so mehr, als die Bewegungen schneller sind, als die Sterne in einer günstigern Lage und in kleinerer Entfernung von der Erde sich befinden. Die Veränderung der relativen Positionen kann von einer so grossen Zahl von Ursachen abhängen, dass vielleicht viele Jahrhunderte hingehen werden, ehe man das Gesetzliche erkennt."

Tobias Mayer bemerkt in der berühmten Abhandlung de motu fixarum proprio, in welcher er durch Vergleichung eigener mit den Beobachtungen Olaus Römer's die Eigenbewegungen von 86 Fixsternen feststellte: „Da man mich nach dem Grunde dieser Bewegung fragen

kann, so will ich nur das Eine bemerken, dass sich dieselbe nicht durch eine Fortbewegung unseres ganzen Sonnensystems erklären lässt, obgleich ich nicht die Möglichkeit leugne, dass die Sonne, insofern sie ebenfalls ein Fixstern ist, im Weltraum fortrücken kann. Wenn nämlich die Sonne und mit ihr zugleich alle Planeten und unser Wohnsitz, die Erde, sich in gerader Linie auf irgend einen Punkt hinbewegten, so müssten alle in dieser Richtung befindlichen Sterne auseinander zu rücken scheinen, und die auf der gegenüberstehenden Seite sich einander nähern, genau so wie sich in einem Walde die Bäume, auf welche man zugeht, von einander zu entfernen scheinen, während die rückwärts befindlichen sich einander nähern. Die Bewegungen in unseren Tafeln lassen aber bei genauerer Betrachtung einen solchen gesetzmässigen Zusammenhang keineswegs erkennen" (Th. Mayeri opera inedita. Vol. I, p. 79). Uebrigens hat das Mayer'sche Verzeichniss der Eigenbewegung, den Untersuchungen von Herschel und Prévot über die Richtung der Sonnenbewegung als Grundlage gedient. Obgleich Beider Endresultate nur wenig von einander abweichen, indem Prévot das Sternbild der nördlichen Krone als dasjenige bezeichnete, gegen welches hin sich die Sonne bewegt, so wurden diese Ergebnisse dennoch, und wie man gestehen muss, damals nicht ohne Grund, mit grossem Misstrauen aufgenommen.

Herschel hielt indess, besonders gegenüber den Einwürfen von Maskelyne, seine Bestimmungen aufrecht und gab zuletzt (für 1800,0)

Rectascension: 260° 44′. Nördliche Declination: 26° 16′.

als den wahrscheinlichsten Punkt an, gegen welchen hin sich unser Sonnensystem bewegt. Die Mangelhaftigkeit der damals bekannten Eigenbewegungen war es hauptsächlich, welche Lindenau, Encke und besonders Bessel bewog, sich gegen das Resultat Herschel's zu erklären.

Seit jener Zeit hat die Kenntniss der Eigenbewegungen der Fixsterne bedeutend zugenommen; durch Vergleichung der neueren Positionsbestimmungen mit denjenigen Bradley's um die Mitte des vorigen Jahrhunderts, sind bereits jetzt Werthe für die Eigenbewegung einer grossen Anzahl von Fixsternen ermittelt worden, deren Genauigkeit ausreicht, um weitere Schlüsse darauf zu bauen. Die Untersuchungen von Argelander in Abo haben schon vor 1837 die säcularen Eigenbewegungen von etwa einem halben Tausend Sternen mit verhältnissmässig grosser Schärfe ergeben. (Argelander, über die eigene Bewegung des Sonnensystems, 1837). Die umfassendsten Untersuchungen über die Eigenbewegungen der Fixsterne hat seit 1848 Mädler angestellt und theils in seinen „Untersuchungen über die Fixsternsysteme", theils im 14. Bande der Dorpater Beobachtungen publicirt. Bei dieser wichtigen Arbeit wurden sämmtliche Bradley'schen Sterne (3222 an der Zahl) mit sämmtlichen älteren und neueren Meridianbeobachtungen verglichen, um möglichst scharfe Oerter und Eigenbewegungen für sie zu ermitteln. Die Ortsbestimmungen sind auf 1850,0 reducirt. Diese Untersuchungen Mädler's

sind gegenwärtig als die Hauptquelle unserer Kenntnisse der Eigenbewegungen der Fixsterne zu betrachten; erst das nächste Jahrhundert wird sie bedeutend erweitern können. Von den durch Mädler ermittelten Eigenbewegungen stelle ich in dem umstehenden Cataloge nur diejenigen der Sterne der fünf ersten Grössenclassen zusammen, welche jährlich mindestens 0,1″ betragen. (Beob. auf d. Sternw. Dorpat Bd. XIV, S. 2[illegible] u. ff.)

Säculare Eigenbewegungen der Sterne 1. bis 5. Grösse, welche 10″ übersteigen. Nach den Rechnungen von J. H. Mädler.

Name des Sternes	Eigenbewegung in 100 Jahren	Name des Sternes	Eigenbewegung in 100 Jahren
I. Grösse.		γ Ursae majoris	13,2″
α Tauri	21,1″	δ Leonis	23,6
α Aurigae	43,8	β Leonis	51,5
α Canis majoris	125,2	γ Ursae majoris	11,0
α Canis minoris	132,8	γ Corvi	13,6
α Leonis	24,8	δ Corvi	21,3
α Bootis	225,8	ε Ursae majoris	14,9
α Lyrae	34,9	ζ Ursae majoris	17,1
α Aquilae	66,0	η Ursae majoris	10,7
α Piscis austr.	39,7	α Coronae	14,2
Südlichere.		α Serpentis	17,5
α Eridani	41,6	η Ophiuchi	10,3
β Argus	19,3	α Ophiuchi	22,9
α Crucis	16,5	β Pegasi	24,6
α Centauri	367,4	α Pegasi	19,6
II. Grösse.		Südlichere.	
α Andromedae	20,4	ι Argus	10,5
β Cassiopeiae	58,7	γ Crucis	20,0
β Ceti	21,0	α Pavonis	11,3
β Andromedae	24,7	α Gruis	16,2
α Arietis	24,6	III. Grösse.	
α Ceti	12,7	δ Andromedae	17,1
β Tauri	20,8	α Cassiopeiae	12,6
α Geminorum	18,2	η Ceti	26,0
β Geminorum	62,4	δ Cassiopeiae	30,7
γ Leonis	32,3	ϑ Ceti	21,6
		τ Ceti	189,9

Säculare Eigenbewegungen der Sterne 1. bis 5. Grösse, welche 10″ übersteigen. Nach den Rechnungen von J. H. Mädler.

Name des Sternes	Eigenbewegung in 100 Jahren	Name des Sternes	Eigenbewegung in 100 Jahren
ζ Ceti	11,5″	β Serpentis	11,6″
β Arietis	13,8	ε Serpentis	18,4
β Trianguli	15,2	ϑ Centauri	91,8
ο Ceti	25,8	δ Ophiuchi	15,1
γ Ceti	19,2	η Draconis	10,1
η Eridani	25,5	ζ Herculis	57,7
χ Eridani (Dalim)	71,9	η Herculis	10,0
ε Eridani	96,7	δ Herculis	15,8
δ Eridani	72,8	ε Scorpii	59,8
γ Eridani	11,6	κ Ophiuchi	31,2
β Eridani	11,3	ι Herculis	12,5
β Leporis	11,3	β Ophiuchi	16,7
μ Geminorum	15,2	μ Herculis	79,4
ε Hydrae	15,7	ξ Draconis	14,4
ο Ursae majoris	18,2	γ Sagittarii	23,5
ι Ursae majoris	52,5	η Serpentis	90,4
ϑ Aurigae	12,5	ε Sagittarii	14,5
40 Lyncis	24,6	λ Sagittarii	19,7
κ Ursae majoris	12,2	ζ Aquilae	11,3
h Ursae majoris	11,6	δ Draconis	13,1
ϑ Ursae majoris	113,3	δ Aquilae	27,1
λ Ursae majoris	20,1	ϑ Aquilae	12,7
ν Hydrae	22,9	β Delphini	10,6
ψ Ursae majoris	11,7	γ Delphini	19,8
γ Hydrae	10,6	ε Cygni	50,6
δ Crateris	20,6	α Cephei	16,3
β Virginis	80,5	δ Capricorni	38,2
δ Ursae majoris	15,0	ϑ Pegasi	30,1
γ Virginis	53,6	ζ Aquarii	18,2
δ Virginis	46,6	γ Cephei	16,1
α Canum	24,6		
ε Virginis	25,9	Südlichere.	
ζ Virginis	27,8	β Hydri	205,9
η Bootis	36,9	α Phönicis	44,5
γ Bootis	14,8	γ Phönicis	25,7
δ Bootis	16,7	α Hydri	21,7

Säculare Eigenbewegungen der Sterne 1. bis 5. Grösse,

Name des Sternes	Eigenbewegung in 100 Jahren	Name des Sternes	Eigenbewegung in 100 Jahren
δ Argus	15,9″	δ Arietis	17,8″
μ Argus	10,9	ϱ Persei	16,2
δ Centauri	10,4	ϰ Persei	23,3
γ Centauri	21,3	τ^2 Eridani	18,0
ι Centauri	30,0	ο Tauri	10,2
ε Centauri	12,6	ε Tauri	56,9
α Lupi	10,5	τ^6 Eridani	55,6
β Lupi	15,8	τ^8 Eridani	17,0
β Columbae	40,1	δ^1 Tauri	10,0
γ Trianguli austr.	10,0	74 Tauri	12,7
β Trianguli austr.	43,5	ϑ^2 Tauri	12,0
η Scorpii	31,7	υ^6 Eridani	27,5
β Arae	12,2	53 Eridani	19,5
α Arae	11,6	π^1 Orionis	44,2
β Sagittarii	13,0	ε Leporis	10,2
α Indi	12,5	γ Leporis	43,7
γ Pavonis	74,3	δ Leporis	70,1
β Gruis	21,3	η Leporis	12,9
		δ Aurigae	14,1
IV. Grösse.		λ Canis majoris	10,5
ε Andromedae	31,7	ϑ Canis majoris	10,0
ζ Andromedae	11,0	11 Monocerotis	10,5
η Cassiopeiae	122,5	ξ^2 Geminorum	23,3
ϑ Cassiopeiae	11,6	ι Geminorum	11,8
τ Piscium	13,9	υ Geminorum	10,0
50 Andromedae	41,4	γ Monocerotis	10,1
51 Andromedae	13,2	γ Cancri	10,6
ο Andromedae	11,0	δ Cancri	24,0
α Trianguli	22,1	π Ursae majoris	52,6
γ Arietis	11,1	υ Ursae majoris	33,8
50 Cassiopeiae	21,7	ξ Ursae majoris	73,8
υ Ceti	12,5	χ Ursae majoris	10,1
ϑ Persei	35,0	ϑ Hydrae	35,5
μ Ceti	25,3	ι Hydrae	11,2
τ Eridani	34,7	λ Hydrae	20,1
41 Arietis	13,4	μ Hydrae	16,1

welche 10″ übersteigen. Nach den Rechnungen von J. H. Mädler.

Name des Sternes	Eigenbewegung in 100 Jahren	Name des Sternes	Eigenbewegung in 100 Jahren
χ^1 Hydrae	16,1″	ν^2 Draconis	16,7″
π Hydrae	15,0	φ^1 Draconis	27,7
o Leonis	20,6	χ Draconis	69,0
μ Leonis	25,3	γ Ophiuchi	10,7
ι Leonis	19,7	ν Ophiuchi	11,0
α Leonis minoris	15,6	70 Ophiuchi	110,8
46 Leonis minoris	25,6	109 Herculis	33,7
α Crateris	40,6	110 Herculis	36,2
β Crateris	11,7	111 Herculis	12,0
ξ Crateris	13,8	1 Aquilae	34,9
ν Virginis	19,8	ε Aquilae	10,4
o Virginis	19,1	39c Sagittarii	10,5
$\varkappa$ Virginis	14,5	τ Sagittarii	24,9
ι Virginis	44,5	ϱ^1 Sagittarii	16,2
γ Comae	12,8	α Vulpeculae	16,1
α Comae	45,0	ι^2 Cygni	10,5
β Comae	117,4	ψ Capricorni	16,8
β Canum	78,9	ϑ Capricorni	11,6
1i Centauri	48,1	γ Capricorni	22,3
3k Centauri	11,6	η Cephei	82,8
$\varkappa$ Bootis	13,2	ι Cephei	15,8
λ Bootis	20,0	α Equulei	10,7
ι Bootis	16,6	ν Aquarii	10,7
ϑ Bootis	48,3	ϑ Aquarii	13,3
ϱ Bootis	16,7	γ Aquarii	13,4
μ Virginis	36,2	φ Aquarii	18,7
ξ Bootis	20,3	ω^2 Aquarii	10,6
ψ Bootis	14,2	τ Cygni	49,4
3 Coronae	14,7	μ Cygni	35,4
λ Serpentis	17,7	1 Pegasi	14,9
χ Herculis	72,9	ι Pegasi	30,8
γ Serpentis	131,6	μ Pegasi	15,4
ζ Ursae minoris	11,7	ϱ Cygni	10,2
ν Scorpii	45,6	β Lacertae	19,1
λ Ophiuchi	11,1	α Lacertae	13,5
ν^1 Draconis	17,0	ε Piscis austr.	12,0

Säculare Eigenbewegung der Sterne 1. bis 5. Grösse,

Name des Sternes	Eigenbewegung in 100 Jahren	Name des Sternes	Eigenbewegung in 100 Jahren
γ Piscium	73,8″	54 Eridani	12,7″
ϑ Piscium	13,0	19 Leporis	11,1
ι Piscium	60,9	ξ^2 Canis majoris	13,9
ω Piscium	17,5	28 Monocerotis	15,0
		τ^1 Hydrae	14,1
Südlichere.		φ^3 Hydrae	15,2
χ Eridani	62,4	b^3 Hydrae	14,2
ϑ Eridani	10,0	ζ Corvi	10,5
β Reticuli	23,8	η Corvi	43,3
τ Argus	10,2	53 Virginis	34,0
σ Argus	16,8	61 Virginis	144,5
α Equulei Pict.	33,0	69 Virginis	14,6
α Piscis volant.	13,9	89 Virginis	10,5
λ Centauri	22,8	v^1 Virginis	12,6
ε Crucis	25,5	g^2 Centauri	13,2
γ Muscae	10,5	16 Librae	13,4
β Muscae	15,7	ε Librae	19,7
ι Lupi	14,5	37 Librae	39,5
δ Arae	11,3	30 Ophiuchi	13,8
η Pavonis	17,6	36 Ophiuchi	123,0
ζ Pavonis	18,1	ξ Ophiuchi	35,6
ε Pavonis	162,8	44 Ophiuchi	12,1
β Telescopii	22,5	45 Ophiuchi	14,9
α Sagittarii	17,9	(2313) Br.	10,2
γ Gruis	14,2	κ Librae	12,2
		ϑ Librae	18,1
V. Grösse.		20 Ophiuchi	13,1
6 Ceti	27,2	ν^2 Sagittarii	12,1
χ Ceti	16,9	56 Sagittarii	16,8
σ Ceti	14,6	58 Sagittarii	23,6
ε Ceti	29,1	26 Aquilae	12,6
94 Ceti	25,6	36 Aquilae	10,4
τ^2 Eridani	10,0	69 Aquilae	12,3
39 Eridani	18,9	1 Aquarii	14,7
o^2 Eridani	409,1	4 Piscis austr.	11,1
51 Eridani	12,2	33 Capricorni	12,4

welche 10″ übersteigen. Nach den Rechnungen von J. H. Mädler.

Name des Sternes	Eigenbewegung in 100 Jahren	Name des Sternes	Eigenbewegung in 100 Jahren
36 Capricorni	17,6″	σ Geminorum	25,0″
42 Capricorni	32,0	ζ Cancri	14,9
ξ Aquarii	11,6	2 Sextantis	17,2
41 Capricorni	11,8	22 Leonis	18,8
κ Capricorni	12,6	31 Leonis	12,7
μ Capricorni	35,4	41 Leonis minoris	10,2
ι Piscis austr.	12,0	59 Leonis	26,4
μ Piscis austr.	16,4	45 Bootis	21,1
κ Aquarii	14,3	5 Serpentis	58,9
ψ Aquarii	38,5	σ Serpentis	16,0
98 Aquarii	15,6	29 Herculis	20,8
107 Aquarii	17,1	66 Herculis	10,1
27 Piscium	10,2	93 Herculis	12,7
χ Pegasi	10,7	101 Herculis	19,5
ζ Piscium	13,9	11 Aquilae	10,8
μ Piscium	30,0	31 Aquilae	100,6
107 Piscium	73,4	μ Aquilae	27,0
λ Arietis	12,2	ξ Aquilae	20,6
η Arietis	15,5	16 Vulpeculae	11,1
38 Arietis	17,2	η Sagittae	11,2
λ Ceti	10,3	κ Delphini	33,6
κ Ceti	27,9	1 Equulei	18,4
37 Tauri	11,0	γ Equulei	21,8
δ^3 Tauri	14,0	δ Equulei	31,7
υ^1 Tauri	17,4	ν Pegasi	16,3
ϱ Tauri	15,3	ξ Pegasi	52,6
90 Tauri	10,9	φ Pegasi	53,4
104 Tauri	53,6	ϱ Pegasi	10,1
π^3 Orionis	11,2	υ Pegasi	20,7
π^4 Orionis	15,8	78 Pegasi	11,1
φ^2 Orionis	33,5	κ Piscium	16,2
χ^1 Orionis	19,7	λ Piscium	22,3
1 Geminorum	10,0	41 Andromedae	16,5
κ Aurigae	23,0	ω Andromedae	36,6
74 Orionis	22,3	56 Andromedae	16,9
γ Canis min.	12,5	58 Andromedae	13,7

Säculare Eigenbewegungen der Sterne 1. bis 5. Grösse, welche 10″ übersteigen. Nach den Rechnungen von J. H. Mädler.

Name des Sternes	Eigenbewegung in 100 Jahren	Name des Sternes	Eigenbewegung in 100 Jahren
12 Persei	19,2″	90 Herculis	15,5″
16 Persei	22,5	99 Herculis	11,0
43 Persei	19,1	30 Draconis	20,3
9 Aurigae	17,8	54 Draconis	11,3
16 Aurigae	15,7	4 Draconis	10,0
λ Aurigae	84,0	19 Draconis	25,1
58 Aurigae	12,9	27 Draconis	11,0
15 Lyncis	17,8	ω Draconis	29,4
31 Lyncis	10,9	35 Draconis	22,9
ϱ Geminorum	24,4	41 Draconis	10,6
o Geminorum	14,0	36 Draconis	35,7
15 Ursae majoris	15,1	42 Draconis	11,1
15 Leonis	10,4	τ Draconis	17,3
15 Leonis minoris	18,0	8 Draconis	192,5
19 Leonis minoris	13,8	π Lyrae	10,3
20 Leonis minoris	61,4	17 Lyrae	11,6
36 Ursae majoris	11,0	ϑ Cygni	25,0
47 Ursae majoris	32,2	χ Cygni	43,3
61 Ursae majoris	40,1	29 Cygni	10,0
67 Ursae majoris	32,3	56 Cygni	17,7
80 Ursae majoris	15,5	61 Cygni	522,1
5 Ursae majoris	14,0	71 Cygni	11,6
τ Ursae majoris	12,2	72 Cygni	17,4
38 Ursae majoris	10,0	ε Cephei	46,1
20 Canum	11,4	9 Lacertae	11,9
24 Canum	12,0	3 Andromedae	21,9
σ Bootis	26,7	7 Andromedae	11,4
ι Bootis	39,3	ψ Andromedae	17,9
φ Bootis	10,0	48 Cassiopeiae	10,7
η Coronae	22,9	47 Cassiopeiae	21,2
κ Coronae	36,7	η Ursae minoris	24,7
τ Coronae	36,2	τ Cephei	18,1
ξ Coronae	14,5	16 Cephei	21,5
53 Herculis	10,4	ξ Cephei	25,7
72 Herculis	104,5	31 Cephei	15,7

Stellt man aus diesem Verzeichnisse die Sterne zusammen, deren säculare Eigenbewegung 100″ übersteigt, so findet man die folgenden:

Name des Sternes	Eigenbewegung in 100 Jahren	Name des Sternes	Eigenbewegung in 100 Jahren
1. Classe.		5. Classe.	
α Canis majoris	125,2″	o^2 Eridani	409,1″
α Canis minoris	132,8	61 Virginis	144,9
α Bootis	225,8	36 Ophiuchi	123,0
α Centauri . . . . (nicht im Cataloge.)	367,4	31 Aquilae	100,6
(3 Sterne unter 20 des Catalogs.)		72 Herculis	104,5
		61 Cygni	522,1
2. Classe.		σ Draconis	192,5
(Kein Stern unter 60.)		(7 Sterne unter 690.)	
3. Classe.		6. Classe.	
τ Ceti	189,8	μ Cassiopeiae	383,3
ϑ Ursae majoris . . .	113,3	δ Trianguli	119,9
β Hydri	205,9	(3077) Br.	208,8
(3 Sterne unter 200.)		85 Pegasi	130,3
4. Classe.		20 Crateri	118,0
η Cassiopeiae	122,5	(5 Sterne unter 994.)	
β Comae	117,4	7. Classe.	
γ Serpentis	131,6		
70 Ophiuchi	110,5	30 Scorpii	123,3
ε Pavonis	162,8	(1 Stern unter 921.)	
(5 Sterne unter 348.)			

Sehr beträchtliche Eigenbewegungen finden sich demnach als Ausnahmen unter den Fixsternen 1. Grösse häufiger als unter denjenigen von geringerem Glanze. Bei den höheren Grössenclassen, also bei geringerer Helligkeit, trifft man auf starke Eigenbewegung um so seltener, je geringer die Helligkeit ist. Wir haben daher Grund zu der Annahme, dass unter den teleskopischen Sternen der höheren Grössenclassen von der 7. an nur noch ausnahmsweise hier und da ein Stern von mehr als 100″ säcularer Eigenbewegung wird angetroffen werden.

Die stärkste Eigenbewegung zeigt Nr. 1830 des Cataloges der Circumpolarsterne von Groombridge mit 7,01″ jährlich, an ihn schliesst sich Nr. 61 Schwan mit 5,221″, darauf (nach Argelander) Nr. 21 185 Lalande mit 4,734″, ε Indi mit 4,51″ und o^2 Eridani mit 4,091″.

Mädler hat auf Grund seiner umfassenden Rechnungen die Eigen-

bewegungen mit Rücksicht auf die Helligkeit der Sterne untersucht. Er findet unter Zugrundelegung hauptsächlich von Argelander's Uranometrie für die Bradley'schen Sterne:

1. und 2. Grösse :	65	Sterne mit durchschnittlich	22,22″	säcul. Beweg.
3. „	154	„ „ „	16,83	„ „
4. „	312	„ „ „	13,72	„ „
5. „	690	„ „ „	11,09	„ „
6. „	994	„ „ „	9,05	„ „
7. „	921	„ „ „	8,65	„ „

Für die vier ersten Grössenclassen konnten die Eigenbewegungen der Sterne jenseits 30° südlicher Declination aus Lacaille's und Johnson's Beobachtungen verhältnissmässig sicher entnommen werden und Mädler findet für die südlichen Sterne:

1. und 2. Grösse :	15	Sterne mit durchschnittlich	36,89″	säcular. Beweg.
3. „	46	„ „ „	18,02	„ „
4. „	36	„ „ „	17,49	„ „

Es scheint hiernach, als wenn den südlichen Sternen im Allgemeinen eine etwas bedeutendere Eigenbewegung zukomme, als den nördlichen. Indess ist dieser Schluss, wegen der zur Zeit noch sehr geringen Zahl der sicher bestimmten Eigenbewegungen des südlichen Himmels, nur mit Vorsicht zu ziehen. Im Allgemeinen ergaben sich für die vier ersten Helligkeitsclassen folgende mittleren Eigenbewegungen:

1. und 2. Grösse	(aus 80 Sternen) :	25,09″
3. „	(„ 200 „)	17,10
4. „	(„ 348 „)	14,18

Nimmt man die Vertheilung der Sterne im Raume als gleichförmig an, so lässt sich aus der Häufigkeit des Vorkommens der Fixsterne verschiedener Grössen, die den einzelnen Helligkeitsclassen zukommende durchschnittliche Entfernung berechnen. Eine derartige Berechnung hat Struve 1827 in der Einleitung zu seinem Catalogus stellarum duplicium, gestützt auf Harding's Sternkarten, gegeben; sie stimmt im Wesentlichen mit einer spätern Rechnung, die derselbe Astronom in seinen Etudes d'astronomie stellaire gab, überein. Fasst man die 1. und 2. Grössenclasse zusammen, so ergibt sich aus Struve's erster Rechnung folgende Tafel der relativen Distanzen der Fixsterne der verschiedenen Grössenclassen (Beob. d. Sternw. Dorpat Bd. XIV, S. 217):

1. und 2. Classe.	Entfernung: 1
3. „	„ 1,89
4. „	„ 2,76
5. „	„ 4,00
6. „	„ 5,78
7. „	„ 8,32

Betrachtet man dagegen die wahren Eigenbewegungen als durchschnittlich gleich und die scheinbare Verschiedenheit bloss durch die Entfernung bedingt, so ergeben sich folgende Distanzen:

1. und 2. Classe.	Entfernung:	1,00
3. „	„	1,32
4. „	„	1,62
5. „	„	2,00
6. „	„	2,45
7. „	„	2,56

Ferner müssten unter der Voraussetzung, dass die wahren Eigenbewegungen durchschnittlich in allen Himmelsgegenden gleich stark sind, bei gleicher Vertheilung am Himmel bis zu 30° südlicher Declination gefunden werden:

Sterne 1. und 2. Grösse	65	(die wirkliche Anzahl)
3. „	68	
4. „	115	
5. „	208	
6. „	202	
7. „	83	

Die absolute Unvereinbarkeit dieser Zahlen mit der wirklichen Sternmenge, beweist die Unrichtigkeit der Voraussetzung durchschnittlich gleich starker Eigenbewegungen. Andererseits kann aber auch die Hypothese einer gleichen Vertheilung der Sterne durch den Raum nicht ohne Weiteres als völlig richtig bezeichnet werden. „Erst die Zukunft," bemerkt Mädler sehr richtig, „wird entscheiden können, ob die Massenfülle oder andererseits die specifische Leuchtkraft für alle Himmelsgegenden in so weit gleichgesetzt werden kann, dass man berechtigt ist, die etwa vorkommenden Abweichungen als local zu betrachten". —

Der Versuche Herschel's, die Richtung der Sonnenbewegung zu ermitteln, wurde bereits oben gedacht; Gauss erhielt später für den Punkt, gegen den hin sich unsere Sonne bewegt:

Rectascension 259° 10′, Declination + 30° 50′.

Die genaueren Untersuchungen von Argelander (Astr. Nachr. Nr. 363, 364), bei welchen die Quantität der Eigenbewegung als Eintheilungsprincip bei der Berechnung angewandt wurde, ergaben:

aus 21 Sternen v. mehr als 1″ jährl. Beweg.:	AR: 256° 25,1′,	D: + 38° 37,2′		für 1792,5
„ 50 „ zwisch. 0,5″ u. 1,0″ „	„ 255 9,7	38 34,3		
„ 319 „ „ 0,2″ „ 0,5″ „	„ 261 10,7	30 58,1		

Lundahl fügte (Astr. Nachr. Nr. 398) diesen noch 147 von Pond beobachtete Sterne hinzu, deren jährliche Eigenbewegung zwischen 0,2″ und 0,08″ beträgt. Aus diesen ergab sich für den in Rede stehenden Punkt des Himmels: AR. 252° 24,2′, D. + 14° 26,6′ für 1792,5. Mit Rücksicht auf die Gewichte geben die genannten vier Werthe das mittlere Resultat:

AR. 257° 49,7′ ± 2° 49,2′, Decl. + 28° 49,7′ ± 1° 59,8′ für 1792,5
oder AR. = 257° 54′, D = + 28° 49′ für 1800.

Aus 392 in Dorpat beobachteten, zum grossen Theile aber mit denjenigen Argelander's und Lundahl's identischen Sternen fand Otto Struve:

AR. 261° 21,8′, D. + 37° 36,0′ (für 1790).

Diese, im Allgemeinen sehr befriedigend übereinstimmenden, Werthe haben eine schöne Bestätigung durch die wichtige Untersuchung erhalten, welche Galloway ausschliesslich auf Sterne der südlichen Hemisphäre stützte. (Phil. Trans. 1847, p. 98). Aus diesen Rechnungen, welche auf der Vergleichung der alten Bestimmungen von Lacaille und Bradley mit den neueren Beobachtungen von Johnson auf St. Helena und Henderson am Cap der guten Hoffnung beruhen, folgt (für 1790):

AR. 260° 1′, D. + 34° 23′.

Mädler hat nach dem Vorgange von Argelander das Gesammtmaterial der von ihm ermittelten Eigenbewegungen, welche 0,04″ jährlich übersteigen, in drei Classen geordnet, und aus jeder einzelnen den Punkt Q abgeleitet, gegen welchen hin sich unser Sonnensystem bewegt. Er findet (Beob. d. Sterw. Dorpat Bd. XIV, S. 225):

a. 227 Sterne von mehr als 25″ säcularer Eigenbewegung, mit einer durchschnittlichen Eigenbewegung von 55,40″.
b. 663 Sterne von 10″ bis 25″ säcularer Eigenbewegung, mit einer durchschnittlichen Eigenbewegung von 15,25″.
c. 1273 Sterne von 4″ bis 10″ säcularer Eigenbewegung, mit einer durchschnittlichen Eigenbewegung von 7,79″.

Es resultirten nun folgende Coordinaten für den Punkt Q:

	Rectascension.	Declination.	
Aus den Sternen unter a.	262° 8,8′	+ 39° 25,2′	für 1800,0
„ „ „ „ b.	261 14,4	37 53,6	
„ „ „ „ c.	261 32,2	42 21,9	
Der Sternzahl jed. Classe proport. Mittel	261° 38,8′	+ 39° 53,9′	

Nennt man φ den aus den Beobachtungen gefolgerten Richtungswinkel der Eigenbewegung des Sterns, ψ den Richtungswinkel, welchen der Stern haben müsste, wenn seine Bewegung eine bloss scheinbare, die Sonnenbewegung abspiegelnde, wäre, und χ den Winkelabstand des betreffenden Sternes von dem Punkte Q, so findet Mädler:

Classe.	Arithmetisches Mittel für $\sin\chi\,(\varphi-\psi)$ ohne Beachtung der Zeichen.	Grenze, unter und über welcher gleich viele Abweichungen liegen.
a.	39,29°	32,4°
b.	46,28	37,4
c.	50,57	40,1

Den wahrscheinlichsten Grund der Zunahme der vorstehend beigegebenen Werthe mit abnehmender Eigenbewegung erkennt Mädler in Folgendem. „Wenn die wahre Eigenbewegung eines Fixsternes mit der,

welche nur eine Abspiegelung der Bewegung des Sonnensystems ist, der Richtung nach zusammenfällt, so wird (φ—ψ) gleich Null und überhaupt desto kleiner, je näher beide Richtungen coincidiren. Die zusammengesetzte Eigenbewegung aber, wie wir sie beobachten, wird aus gleichem Grunde (alles Uebrige gleichgesetzt) in dem bezeichneten Falle ein Maximum haben. Daraus folgt, dass bei kleineren (φ—ψ) durchschnittlich mehr grössere, bei stärkeren durchschnittlich mehr geringere Eigenbewegungen vorkommen müssen. Wenn daher auch in Folge schärfer bestimmter Eigenbewegungen die obigen beiden Werthe in den Classen b. und c. denen für a. etwas näher rücken, so können sie ihnen dennoch nicht gleich werden: der grössere Theil des gegenwärtig sich ergebenden Unterschiedes wird vielmehr bestehen bleiben" (a. a. O. S. 249).

Mädler hebt hervor, dass, da wir überhaupt nicht wissen können, wie viel Gemeinsames in Beziehung auf Richtung der Sternbewegungen stattfinde, auch der Schluss auf die absolute oder selbst nur relative Bewegungsquantität unserer Sonne aus diesen Werthen nicht wohl zulässig sei. Daraus, dass die Grenze, über und unter welcher gleich viele Abweichungen liegen, in allen drei Classen unter 45° falle, scheine zwar zu folgen, dass unsere Sonne zu den Sternen von stärkerer Eigenbewegung gehöre; allein es sei nicht zu übersehen, dass wir zwar den Einfluss der projectiven Verkürzung bei der Sonnenbewegung berücksichtigen konnten, nicht aber den ähnlichen bei der wahren Eigenbewegung der Fixsterne, da wir diesen im Einzelnen nicht kennen, derselbe aber sicher stattfindet. Im Allgemeinen könne man nur sagen, dass unserer Sonne, verglichen mit anderen Sternen weder eine besonders schwache noch auffallend starke Bewegung, sondern am wahrscheinlichsten, so weit unsere Beobachtungen reichen, eine mittlere zukomme.

Die neuesten Untersuchungen über die Richtung der Sonnenbewegung hat Dunkin angestellt und die Resultate derselben der königlichen astronomischen Gesellschaft zu London im Jahre 1864 vorgelegt. Dieselben basiren auf 1167 dem Cataloge von Main entnommenen Fixsternen, welche eine wahrnehmbare Eigenbewegung zeigen. Als Endresultat wird für den Punkt Q angegeben:

Rectascension 265°, Declination + 39°.

Die nahe Uebereinstimmung dieses Werthes mit demjenigen, zu welchem Mädler gelangte, ist bemerkenswerth.

Wenn es sonach ermöglicht ist, bezüglich der Richtung der translatorischen Bewegung des Sonnensystems zu Resultaten zu gelangen, welche nur wenig zu wünschen übrig lassen; so ruht dagegen noch ein grosses Dunkel über der wahren Ursache dieser fortschreitenden Bewegung. Allerdings kann, bei dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft, keinen Augenblick bestritten werden, dass jene Bewegung eine Folge von Anziehung ist; allein eine vollständige Uebereinstimmung bezüglich der Stellung dieser anziehenden Kraft im Fixsternreiche ist gegenwärtig noch

nicht erlangt worden. Wenn man von unserm mondbegleiteten Planeten zum Centralkörper des Sonnensystems aufsteigt, also von Systemen unterer Ordnung zu höheren, in denen beiden der Einfluss eines an Masse überwiegenden Centralkörpers vorherrscht, so wird man mit Kant und Lambert leicht durch Analogie zu dem weitern Schlusse verleitet, im Fixsternreiche den Complex eines abermals höhern Systems zu erkennen, in welchem Millionen von Sonnen sich um einen Centralkörper drehen. Während Kant den Sirius, Lambert den grossen Orionnebel als Centralkörper des Fixsternsystems bezeichnen konnten, hat der Fortschritt der Fixsternastronomie gegenwärtig eine solche Annahme als durchaus unmöglich erkennen lassen, und die Analogie der Doppelsterne mit erkannter Bewegung um einen bloss virtuellen Schwerpunkt, lässt es sehr unwahrscheinlich erscheinen, dass überhaupt ein von Masse erfüllter Schwerpunkt existirt. Die Beispiele hierzu, welche unser Sonnensystem darbietet, sind als Ausnahmen zu betrachten und in soweit selbst noch illusorisch, als sogar der Schwerpunkt des ganzen Sonnensystems meist ganz ausserhalb des Sonnenkörpers liegt.

Die umfassendsten Untersuchungen über die Constitution der Fixsternwelt hat Mädler angestellt; er gelangte zu dem Resultate, dass das System der Fixsterne ein einheitliches sei, in welchem die Bewegungen um einen Schwerpunkt stattfinden, in dem die Gesammtmasse bloss virtuell vereinigt ist, und dass dieser Schwerpunkt in die Sterngruppe der Plejaden fällt. Ehe jedoch auf die Entwickelungen dieses gelehrten Astronomen näher eingegangen werden soll, möge hier kurz der Ergebnisse gedacht werden, welche Proktor am 20. Januar 1870 als Resultat seiner Untersuchungen der Royal Society in London vorgelegt hat.

Derselbe findet als Ergebniss einer sorgfältigen Prüfung der Eigenbewegungen aller Fixsterne, in den Catalogen welche von Main und Stone veröffentlicht worden, die Thatsache, dass in gewissen Theilen des Himmels, die Sterne eine deutlich ausgesprochene Tendenz zeigen, in einer bestimmten Richtung sich fortzubewegen. In den Catalogen sei diese Tendenz wegen der Art, wie die Sterne in ihnen geordnet erscheinen, verdeckt; wenn man aber die Eigenbewegungen auf Karten zeichne, indem man an jeden Stern einen Pfeil anbringe, dessen Länge und Richtung die Grösse und Direction der Eigenbewegung des Sternes andeute, so werde der Sternenzug sehr deutlich. Wenn Mädler durch gewisse Betrachtungen dazu geführt worden, die Nachbarschaft der Plejaden zu untersuchen, weil er hier Spuren einer gemeinsamen Eigenbewegung gefunden und Alkyone als das allgemeine Centrum der Fixsternbewegungen betrachte: so sei in Wirklichkeit die Gemeinsamkeit der Bewegungen im Stier nur ein einzelner Fall und nicht einmal der hervortretendste von denjenigen, die in mehreren Himmelsgegenden erkannt werden könnten. In den Zwillingen wie im Krebs finde man eine auffallendere Bewegung nach Südosten, während diejenige im Stier nach Südwesten gerichtet sei. Im Sternbilde des Löwen zeige sich ebenfalls eine sehr deut-

liche Bewegung, und zwar sei dieselbe nach dem Krebs hin gerichtet. Diese besonderen Bewegungen, fährt Proktor fort, sind nicht weniger merkwürdig, weil sie meist genau in der Richtung erfolgen, die man der Eigenbewegung der Sonne zugesprochen. Nach Stone sei anzunehmen, dass den Fixsternen durchschnittlich eine stärkere Eigenbewegung zukomme, als unserer Sonne. Wenn man daher die Sterne als begabt mit einer grössern durchschnittlichen Bewegung betrachte als solche der Sonne zukomme, so könne man es nur im höchsten Grade bedeutsam finden, dass in einem grossen Gebiete des Himmels eine gemeinsame Bewegung stattfinde, wie sie soeben beschrieben wurde. Proktor findet sich zu der Annahme gedrängt, dass die Sterne, welche solche gemeinsame Bewegungen besitzen, ein besonderes System bilden, dessen Glieder zwar dem Milchstrassensysteme angehören, aber unter einander inniger verbunden sind.

Wendet man sich zu anderen Theilen des Himmels, so trifft man, nach Proktor, Beispiele von Sternbewegungen, welche der Richtung der Sonnenbewegung entgegengesetzt sind. Ein merkwürdiges Beispiel hierzu sollen die sieben Hauptsterne des grossen Bären bilden. Von diesen bewegen sich die Sterne β, γ, δ, ε, ζ alle in derselben Richtung und in dem nämlichen Verhältnisse gegen die Richtung der Sonnenbewegung, das heisst nach dem Punkte hin, von welchem her alle Bewegungen, die von der Translation der Sonne im Raume herrühren, abgeleitet werden können.

Nachstehend gebe ich die bezüglichen Werthe für die genannten Sterne im grossen Bären nach Mädler. Es bezeichnet s die Quantität der säcularen Bewegung und φ den Richtungswinkel derselben von Nord durch Ost gezählt.

Name des Sternes	s	φ
β Ursae	8,4″	90,0°
γ Ursae	11,0	87,4
δ Ursae	15,0	99,6
ε Ursae	14,9	107,3
ζ Ursae	17,1	109,1

Proktor glaubt, dass in ähnlicher Weise auch die Sterne α, β und γ des Widder ein einziges System bilden könnten, obgleich die Bewegung von α und ihre Richtung nicht genau mit denjenigen von β und γ zusammenfalle, wie auch die folgende Tabelle zeigt.

Name des Sternes	s	φ
α Arietis	24,6″	126,1°
β Arietis	13,8	133,6
γ Arietis	11,1	140,1

Uebrigens gibt es noch auffallendere Beispiele von übereinstimmenden Richtungen der Bewegung; ich begnüge mich, folgende Fälle hier anzuführen. (Vergl. Mädler's Catalog der Bradley'schen Sterne für 1850 im 14. Bd. der Dorpater Beob.).

Name des Sternes	s	φ
ε Orionis	4,6″	102,5°
ζ Orionis	9,1	96,3
δ Orionis	8,5	118,1
δ Hydrae	6,3	267,3
ε Hydrae	15,7	261,5
ζ Hydrae	6,8	264,1
α Canis minoris	125,2	213,2
β Canis minoris	5,6	201,0
η Canis minoris	6,6	193,1
δ^1 Tauri	12,6	105,1
δ^2 Tauri	11,4	110,0
δ^3 Tauri	15,0	105,4
70 Tauri	5,2	90,0
71 Tauri	9,9	103,5
75 Tauri	4,3	293,0
76 Tauri	13,0	97,8
ϑ^2 Tauri	11,0	92,7
79 Tauri	15,0	112,3
80 Tauri	8,4	100,2
81 Tauri	13,9	94,1
83 Tauri	6,5	112,6
85 Tauri	5,6	129,9
ϱ Tauri	13,0	108,9
89 Tauri	9,9	94,5
o^1 Tauri	6,1	169,6
α Tauri	19,1	156,9

Die Abweichungen, welche sich bei 75, ϱ^1 und α Tauri von der allgemeinen Bewegungsrichtung zeigen, deuten an, dass diese Sterne nur optisch zu der Hyadengruppe gehören, die übrigen Sterne derselben aber physisch mit einander verbunden sind. Diese letztere Folgerung lässt noch einen weitern Schluss zu. Wenn nämlich die gemeinsame Bewegungsrichtung der Hyadensterne beweist, dass diese Fixsterne ein physisches System bilden, welches irgend einer mächtigen Kraft gehorchend, um ein unbekanntes Centrum gravitirt, so folgt daraus, dass die Anziehung dieses letztern auf die Bewegung der ganzen Gruppe ungleich mächtiger wirkt, als die Anziehungen innerhalb der Gruppe auf die Bewegungen innerhalb derselben. Denn wäre dieses nicht der Fall, so würde sich für uns keine Uebereinstimmung in dem Sternenzuge der Gruppe darbieten. Von diesen Gesichtspunkten ausgehend, sind vielleicht diejenigen Regionen des Himmels nicht minder wichtig, in welchen auf beschränktem Raume sehr verschiedenartige, ja entgegengesetzt gerichtete Bewegungen vorkommen. Eine solche Region liegt in der Constellation des Hasen, fast dem Punkte diametral gegenüber, auf welchen zu, sich unser Sonnensystem bewegt. Von den optischen Bewegungsverhältnissen dort gibt die nachstehende Tabelle (nach Mädler's Angaben zusammengestellt) Rechenschaft.

Name des Sternes	Säculare Eigenbewegung	Richtung derselben	Abweichung von der durch die Sonnenbewegung erzeugten Richtung
α Leporis	6,8″	79,9°	— 98,6°
λ Leporis	5,0	126,3	— 46,7
η Leporis	12,9	5,0	+ 175,9
ϑ Leporis	4,1	34,9	— 158,7
β Leporis	11,3	161,5	— 14,5
δ Leporis	70,1	159,5	— 30,2
γ Leporis	43,7	213,3	+ 26,9
ε Leporis	10,2	145,3	— 17,0
ν Leporis	4,8	64,0	— 109,2
ϱ Leporis	7,7	103,1	— 90,9

Die Untersuchungen von Proktor können übrigens nur als sehr rohe Versuche betrachtet werden, den Complex der Einzelbewegungen zu sondern. Jedenfalls sind sie in dem Zustande, in welchem sie der Royal Society vorgelegt wurden, durchaus nicht geeignet, die umfassenden Untersuchungen und Rechnungen Mädler's zu beseitigen, mit welchen dieser scharfsinnige Astronom den Schwerpunkt des Fixsternsystems in die Plejadengruppe verlegt.

Mädler hat, ausgehend von der Thatsache, dass sowohl unsere Sonne

als sämmtliche Fixsterne Eigenbewegungen besitzen, die Ursachen untersucht, welche diese Bewegungen bedingen. Von den drei Möglichkeiten, welche angenommen werden können, nämlich:

1. Die Bewegungen werden durch einen Centralkörper hervorgebracht, dessen Massenübergewicht ihn zum Beherrscher des Fixsterncomplexes erhebt;
2. die Eigenbewegungen entstehen durch die gegenseitigen Wirkungen einander zufällig nahestehender Sterne, ohne dass der ganze Fixsterncomplex einen einheitlichen Organismus darstellt;
3. die Fixsternwelt bildet ein einheitliches System ohne dominirenden Centralkörper, in welchem die Bewegungen sich nur auf den allgemeinen Schwerpunkt beziehen;

ist die erste sofort und entschieden zu verwerfen. In der That ist die Annahme eines die Fixsternwelt beherrschenden, an Masse überwiegenden Centralkörpers, durch die Fortschritte der Astronomie seit Herschel für immer als beseitigt zu betrachten.

Aber auch die bezeichnete zweite Möglichkeit kann nicht wohl als realisirt gedacht werden. Schon blosse Vernunftschlüsse widersprechen dem. Wären in der That die Eigenbewegungen am Fixsternhimmel das Resultat der zufälligen Gruppirung von anziehenden Massen, so könnte im Allgemeinen das System keinen dauernden Bestand haben, und die Wahrscheinlichkeit, dass es bis zur Gegenwart existirte, wäre eine verschwindend geringe. Ausserdem hat Mädler mit geringer Mühe zeigen können, dass diese Annahme sich auch durchaus nicht mit den Thatsachen der Beobachtung vereinigen lässt.

Es verbleibt demnach nur die dritte an und für sich auch überwiegend wahrscheinlichste Annahme: eines Systems ohne dominirenden Centralkörper, mit einem Schwerpunkte, in welchem die Gesammtmasse bloss virtuell vereinigt ist.

Mädler hat eingehend die Consequenzen geprüft, welche sich aus den zur Zeit vorliegenden Beobachtungen für die wahre sowohl als die scheinbare Lage jenes Schwerpunktes am Himmelsgewölbe, ziehen lassen.

Die Richtung der Sonnenbewegung und die Betrachtung, dass unter Voraussetzung einer Kreisbewegung in der Translation unseres Sonnensystems, das Centrum dieser Bewegung 90^0 von demjenigen Punkte entfernt liegen muss, gegen welchen die Bewegung gerichtet ist, gewähren für sich allein keineswegs genügende Anhaltspunkte, um die Lage des Gravitationscentrums bestimmen zu können. Gewisse Betrachtungen über den Lauf und Glanz der Milchstrasse, haben dagegen Mädler auf die Regionen um den Frühlingsnachtgleichenpunkt herum, in der Richtung nach dem Sternbilde des Stiers, geführt und ihn schliesslich veranlasst, den Schwerpunkt in die Plejadengruppe zu verlegen. Diese Betrachtungen sind zwar nicht derjenigen mathematischen Behandlung fähig, welche man mit Recht bei astronomischen Gegenständen beansprucht, sie

sind sogar theilweise auf die Voraussetzung gebaut, dass die Milchstrasse ein System concentrischer Sternenringe sei, deren Unzulässigkeit in der Folge nachgewiesen wird; nichtsdestoweniger mag man sie doch in gewissem Sinne gelten lassen. Der Einwurf, den Sir John Herschel gegen die Annahme der Plejadengruppe als Bewegungsmittelpunkt unseres Fixsternbaues, erhoben hat: dieser müsse sich auf der Milchstrasse projiciren, ist aus dem Grunde unhaltbar, weil die Milchstrasse in gar keiner dynamischen Beziehung zu unserm Fixsternsystem als solchem steht; dann aber auch, wie Mädler bemerkt, deshalb, weil jene Projection doch nur von einem Punkte in der Ebene der Milchstrasse selbst gesehen, stattfinden kann. Nähme unsere Sonne aber eine solche Stellung ein, so müsste der mittlere Zug der Milchstrasse einem grössten Kreise entsprechen. Die Milchstrasse zieht aber an den beiden Polen des Himmels nicht in gleichem Abstande vorüber, sie schneidet weder den Aequator noch die Ekliptik in zwei entgegengesetzten Punkten. Nach den Untersuchungen von G. Fuss entspricht die Milchstrasse am besten der Parallele eines grössten Kreises, die $3^1/_2{}^0$ von ihm absteht. Folglich liegt unsere Sonne nicht in dieser Ebene und so kann ein in der Ebene des Ringes und nicht im Ringe selbst liegender Punkt, sich nicht auf der Milchstrasse projiciren. Vielmehr muss er beiläufig um denselben Winkel von ihr abstehen, den eine von unserer Sonne zum Centralpunkte gezogene Gerade mit der Ebene des Ringes macht.

Untersucht man die Bedingungen, welche durch die Lage des Centralpunktes erfüllt werden müssen, so findet man mit Mädler Folgendes:

1. Die Sterne im Centralpunkte selbst, können als Ganzes keine fortschreitende eigene Bewegung innerhalb des Fixsternsystems haben. Nur sehr langsame, sich gegenseitig aufhebende Bewegungen um den allgemeinen Schwerpunkt, werden hier stattfinden.
2. Die Eigenbewegungen müssen vom Centralpunkte an bis zu einer, noch nicht scharf zu bestimmenden, Grenze zunehmen.
3. Die Unterschiede zwischen dem aus den Beobachtungen folgenden Richtungswinkel φ der Eigenbewegung der Sterne und dem Richtungswinkel ψ, den sie haben müssten, wenn die Bewegung bloss eine, die scheinbare Sonnenbewegung abspiegelnde wäre, müssen mit dem Abstande vom Centralpunkte wachsen.
4. Die Differenz $\varphi - \psi$ darf in der innersten Region in keinem Falle 90^0 überschreiten, wenigstens nicht bei Sternen von beträchtlicher Eigenbewegung, während allerdings diese Abweichungen mit wachsender Entfernung vom Centralpunkte zunehmen müssen.

Mädler hat nun diese Bedingungen auf die Ergebnisse der Beobachtungen, unter der Voraussetzung des Centralpunktes in den Plejaden, angewandt. Die Möglichkeit einer genauen Prüfung der ersten Bedingung, fand sich glücklich gegeben durch die ausgezeichneten, und in Zeit ge-

nügend von einander entfernten, Beobachtungen von 15 identischen Plejadensternen bei Bradley und Bessel. Mädler hat dabei folgende Resultate erhalten.

Nummer des Bradley'schen Cataloges	Synonym	Rectascension für 1850	Declination für 1850	Jährliche Eigenbewegung s	$\varphi - \psi$
508	Celeno	53° 58′ 26,32″	+ 23° 48′ 47,49″	0,072″	— 4,2°
509	Electra	53 59 39,12	23 38 14,59	0,049	+ 3,9
510	m.	54 3 18,42	24 21 50,39	0,056	+ 17,9
511	Taygeta	54 4 19,43	23 59 32,36	0,046	+ 15,4
512	Maja	54 13 37,95	23 53 40,54	0,049	+ 1,1
513	Asterope	54 14 42,85	24 4 53,87	0,057	— 14,4
514	l.	54 16 47,87	24 3 19,70	0,039	+ 39,3
516	Merope	54 21 29,51	23 28 36,35	0,055	+ 10,2
520	p.	54 36 37,36	23 28 52,17	0,045	— 21,4
521	Alkyone η	54 38 38,62	23 38 13,38	0,047	+ 2,8
522	—	54 52 5,58	22 57 21,23	0,064	+ 13,5
523	—	54 53 37,79	23 52 48,11	0,099	+ 25,3
525	s.	55 0 39,76	23 23 38,36	0,061	— 4,2
527	Atlas	55 3 45,39	23 35 25,06	0,059	+ 27,1
528	Plejone	55 4 3,26	+ 23 40 25,72	0,075	+ 18,5
		Mittel aus 15 Sternen		0,0582″	+ 8,7°
		Ohne Beachtung der Vorzeichen			14,6

Man muss gestehen, dass die erste Bedingung durch die Plejadengruppe in genügender Weise erfüllt wird. Die Abweichungen sind nur gering und vielleicht zum Theil nur scheinbare, weil durch Bewegungen innerhalb der Gruppe um den Schwerpunkt derselben (der nur in einem ganz ausnahmsweisen Falle genau mit dem Schwerpunkte des ganzen Fixsternsystems zusammenfallend zu denken wäre) hervorgerufen.

Mädler hat auch die benachbarte Hyadengruppe bezüglich der in Nr. 1 gestellten Bedingung genauer untersucht. Ich gebe die Resultate dieser Untersuchung in nachstehender Tabelle; s bezeichnet die jährliche Eigenbewegung und auch $\varphi - \psi$ hat die obige Bedeutung. Uebrigens weichen diese Zahlen etwas von den oben (S. 128) angegebenen ab, welche das Resultat der früheren, minder genauen Reductionen sind.

Nummer des Bradley'schen Catalogs	Synonym	s	$\varphi - \psi$
583	54 Tauri γ	0,130″	— 65,4°
584	55 „	0,125	— 47,4
585	57 „ h	0,115	— 57,6
586	58 „	0,136	— 65,1
587	—	0,170	— 60,2
589	60 Tauri	0,216	— 67,7
594	61 „ δ^1	0,100	— 58,6
596	63 „	0,114	— 50,7
597	64 „ δ^2	0,122	— 57,4
601	68 „ δ^3	0,140	— 68,5
603	70 „	0,090	— 66,9
605	71 „	0,130	— 65,3
609	74 „ ε	0,127	— 66,8
611	76 „	0,100	— 66,5
612	77 „ ϑ^1	0,041	— 41,4
613	78 „ ϑ^2	0,120	— 70,5
614	79 „ b	0,132	— 69,2
617	80 „	0,096	— 71,0
619	—	0,055	— 40,2
620	81 Tauri	0,130	— 67,7
621	83 „	0,108	— 59,5
623	85 „	0,062	— 51,0
625	—	0,034	— 32,4
627	86 Tauri ϱ	0,153	— 60,3
638	89 „	0,125	— 63,4
639	90 „ c^1	0,109	— 55,0
643	92 „ b^2	0,064	— 91,9
Mittel aus 27 Sternen		0,1126″	— 60,65°

Man ersieht aus diesen Zahlen ohne Schwierigkeit, dass die Gruppe der Hyaden der oben unter 1. gestellten Bedingung **nicht** genügt.

Mädler hat nun, um die übrigen Bedingungen bezüglich ihrer Berücksichtigung in der Wirklichkeit, zu untersuchen, folgenden Weg eingeschlagen, den ich, ebenso wie die Resultate, mit des Autors eigenen Worten hier anführe (vergl. Beob. d. Kaiserl. Universitätssternwarte Dorpat, 14. Bd., S. 259 u. ff.).

„Auf dem Globus wurden um η Tauri von 10^0 zu 10^0 Abstand, concentrische Kreise gezogen, wodurch bis zum Gegenpole 18 Regionen gebildet wurden. Die fünf ersten können als ganz vollständig betrachtet werden. Schon die sechste greift mit einem kleinen Theile in Gegenden über, wo Bradley keine Sternörter mehr angiebt. Bei allen folgenden findet dies in stärkerm Maasse statt und erst die achtzehnte kann wieder als ziemlich vollständig betrachtet werden. Die Werthe in den Regionen 7 bis 17 zeigen, wohl hauptsächlich in Folge dieses Umstandes, auf- und niedergehende Sprünge, während die sechs ersten eine ununterbrochene Fortschreitung unzweifelhaft darstellen. Bei einigen Sternen liess das bloss constructive Verfahren eine Ungewissheit übrig, in welche Region sie gehörten; für sie wurde der Abstand von η Tauri nach den bekannten Formeln berechnet. Bei Sternen von geringerer Säcularbewegung als 4″ ist nur diese, nicht auch der Richtungswinkel in Betracht gezogen.

Die erste Columne enthält die (römische) Nummer der Region. Die zweite die Anzahl sämmtlicher darin enthaltenen Bradley'schen Sterne mit einziger Ausnahme der wenigen, für welche sich noch gar nichts über Eigenbewegung bestimmen lässt. In der ersten Region ist das Mittel aus den Plejadensternen, in der zweiten das der Hyaden mit inbegriffen.

Die dritte enthält das arithmetische Mittel aus dem Betrage der Säcularbewegung, in Bogensecunden des grössten Kreises.

Die vierte die Anzahl der für den Richtungswinkel in Rechnung gezogenen Sterne von 4″ und darüber säcularer Bewegung.

Die fünfte das arithmetische Mittel aus den $(\varphi-\psi)$, natürlich ohne Beachtung der Zeichen.

In der sechsten befindet sich die grösste in der betreffenden Region vorkommende Eigenbewegung und

In der siebenten die Anzahl der Sterne, für welche sich $(\varphi - \psi) > 90^0$ ergibt.

Endlich die achte Columne den Procentsatz für die in der siebenten vorkommenden Zahlen.

In meiner früheren Bearbeitung musste ich mich begnügen, nur die vier ersten Regionen und ausserdem eine mittlere von $82^1/_2{}^0$ bis $97^1/_2{}^0$ Abstand reichende aufzuführen; auch wagte ich damals nicht, mit Berechnung der Richtungswinkel unter 5″ Säcularbewegung herabzugehen, wodurch reichlich ein Drittel der Sterne wegfiel. Sowohl in Betracht des etwas längern Zwischenraumes als der zahlreicheren Daten, habe ich jetzt diese untere Grenze etwas weiter gesteckt und der Ausfall beträgt nur noch ein Viertel. Noch weiter zu gehen, muss der Zukunft überlassen bleiben.

Region	n	s	n'	$\varphi - \psi$	Max. s	$(\varphi - \psi) > 90^0$	Procent $= p$
I.	45	7,71″	32	39,98^0	25,3″	1	3,1
II.	100	8,20	70	46,43	53,6	8	11,4
III.	189	9,78	128	55,45	119,9	27	21,1
IV.	264	9,79	179	56,86	409,1	48	26,8
V.	269	10,41	171	61,72	383,3	51	29,8
VI.	275	11,97	186	62,59	208,8	55	29,6
VII.	273	10,03	185	61,19	113,3	46	24,9
VIII.	246	10,95	180	67,95	192,5	58	32,2
IX.	277	10,89	201	62,75	527,8	54	26,9
X.	218	9,71	156	68,80	73,8	42	27,0
XI.	221	9,56	139	58,01	78,9	33	23,8
XII.	163	11,71	120	67,97	117,4	41	34,2
XIII.	163	12,51	125	63,26	118,0	33	26,4
XIV.	123	12,07	89	61,90	225,7	25	27,9
XV.	92	10,01	63	58,92	131,6	13	20,6
XVI.	87	13,33	71	61,21	113,2	19	26,8
XVII.	58	9,16	43	54,41	59,8	10	23,3
XVIII.	44	7,30	28	47,27	72,0	4	14,3

Bezeichnet ζ den Abstand von η Tauri, so sind für die sechs vollständigen Regionen die s darzustellen durch die Formel:

$$6{,}916'' + 5{,}700'' \sin \zeta$$

mit den Abweichungen:

$$+ 0{,}29''; \ - 0{,}19''; \ + 0{,}45''; \ - 0{,}40''; \ - 0{,}53''; \ + 0{,}38'',$$

also die grösste Abweichung $^1/_8$ der grössten Differenz.

Für die $\varphi - \psi$ findet sich:

$$37{,}957^0 + 33{,}226^0 \sin \zeta,$$

wobei folgende Unterschiede übrig bleiben:

$$- 0{,}87^0; \ - 0{,}13^0; \ + 3{,}45^0; \ - 0{,}15^0; \ + 0{,}27^0; \ - 2{,}58^0,$$

und die grösste Abweichung $^1/_7$ der grössten Differenz.

Die 12 unvollständigen Regionen liessen sich durch Einführung eines von $\sin 2\zeta$ abhängenden Gliedes mit negativem Coefficienten, wenngleich mit geringerer Uebereinstimmung, mit den sechs ersten vereinigen; doch hat es mir nicht geschienen, als ob dadurch das Sachverhältniss in ein besseres Licht gestellt würde. Nimmt man das Mittel aus ihnen, so ergibt sich $s = 10{,}60''$ und $\varphi - \psi = 61{,}13^0$; oder mit Berücksichtigung der Anzahl der Sterne $s = 10{,}86''$ und $\varphi - \psi = 63{,}04^0$. Eine weitere Zunahme über 60^0 Abstand hinaus lässt sich nicht sicher nachweisen, vielmehr dürfte eine geringe Abnahme in den letzten 5 bis 6 Regionen nicht zu verkennen sein. —

Die stärksten Differenzen aber zeigt die letzte Columne; selbst wenn man den ersten dieser Werthe wegen der geringen Zahl der Sterne in dieser Region als etwas Zufälliges betrachten wollte. Da p für $\zeta = 0$, wenn anders η Tauri der Centralpunkt ist, ebenfalls $= 0$ sein muss, so kann die Formel kein constantes Glied enthalten, ich finde für die neun ersten Regionen:

$$p = 25{,}92 \sin \zeta + 9{,}59 \sin 2\zeta$$

mit den Abweichungen:

$$- 0{,}8; \ - 0{,}1; \ + 2{,}8; \ + 2{,}9; \ + 2{,}0; \ - 0{,}1; \ - 5{,}9; \ + 2{,}4; \ - 0{,}6;$$

mithin die grösste einzelne Abweichung nur $^1/_5$ der in obiger Columne vorkommenden grössten Differenz.

Namentlich in den ersten Regionen ist die Anzahl der 90^0 übersteigenden $\varphi - \psi$ sehr gering; ich untersuchte deshalb auch die Fälle, in welchen $\varphi - \psi$ seinen Mittelwerth $63{,}04^0$ übersteigt, und fand für dieselben Regionen:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
	4	16	33	65	75	78	71	76	82
in Procenten	12,5	22,9	25,8	36,3	43,8	41,9	38,3	42,2	40,8

darstellbar durch

$$p' = 8{,}4 + 29{,}1 \sin \zeta + 10{,}7 \sin 2\zeta$$

mit den Abweichungen

$-0{,}3;\ +1{,}6;\ -3{,}1;\ +1{,}0;\ +4{,}0;\ -0{,}4;\ -4{,}7;\ +0{,}3;\ +1{,}6.$

Von einer Zufälligkeit in diesen Reihenfolgen kann, bei der bedeutenden Anzahl der verglichenen Sterne, keine Rede sein, die Progressionen in s, $\varphi - \psi$ und p sind vielmehr reelle und mit Bestimmtheit nachgewiesene, gleichzeitig auch viel zu bedeutend, um durch eine künftige schärfere Bestimmung der Eigenbewegungen, erheblich modificirt werden zu können.

In meinen früheren Untersuchungen nahm ich als wahrscheinlich an, dass die Zunahme der r und $\varphi - \psi$ in den symmetrisch um C construirten Zonen sich bis zu 90° Abstand, selbst noch weiter erstrecken werde. In Betreff der r tritt eine solche Zunahme hier nicht deutlich hervor; eine Entscheidung wird erst möglich sein, wenn die Zonen nach Süden hin durch Hinzutritt einer verhältnissmässigen Anzahl gut bestimmter Sternbewegungen vervollständigt sein werden. Für den hier in Betracht gezogenen Theil dieser Zonen, namentlich X. bis XII. kommt der Umstand in Betracht, dass sie den Punkt Q, nach welchem hin die Bewegung unserer Sonne gerichtet ist, und die zunächst umliegenden Regionen mit begreifen. Hier muss also $\sin \chi$ und damit auch r einen durchschnittlich etwas geringern Werth zeigen. Eine nähere Untersuchung der um Q und seinen Gegenpol Q' concentrisch gebildeten Regionen, in ähnlicher Weise wie unsere gegenwärtige durchgeführt, müsste in Verbindung mit ihr zu näherer Erörterung dieses Punktes, und damit möglicher Weise zu einer annähernden Bestimmung der Quantität der Sonnenbewegung auf einem noch nicht eingeschlagenen Wege führen. Leider ist zunächst um Q herum nicht allein die Anzahl der Bradley'schen Sterne erheblich geringer als die der Circumplejaden, sondern es scheint auch, dass die späteren Beobachter ihnen, als sehr weit ausserhalb der Ekliptik gelegen, eine geringere Aufmerksamkeit als jenen zugewandt haben, und was den Gegenpol Q' betrifft, so ist die nähere Untersuchung dieser Regionen gegenwärtig ganz unmöglich.

Was dagegen die anderen Reihen betrifft, so ist trotz der vorkommenden Sprünge, deren Grund wohl hauptsächlich in der Unvollkommenheit dieser Regionen zu suchen ist, eine Zunahme bis 90° und selbst noch etwas darüber hinaus, unverkennbar, wenn man sie von VII. bis XII. paarweise vereinigt. Noch weniger lässt sich über die sechs letzten Regionen, unter allen die unvollständigsten, gegenwärtig bestimmen. Wäre eine Abnahme der r in den letzten nach C' hin gelegenen Regionen, wie sie einigermaassen angedeutet ist, wirklich sicher constatirt, so würde die Frage entschieden werden können, ob der allgemeinen Richtung ihrer Bewegung nach, die Sterne mit Einschluss unserer Sonne sich vorherrschend gleich verhalten, oder ob, wie bei den Kometen unseres Sonnensystems, eine solche Gemeinsamkeit im Allgemeinen nicht anzunehmen

sei. Ich finde einige Wahrscheinlichkeit für die erstere Annahme, glaube jedoch nicht, dass die Uebereinstimmung so gross sei, wie bei den 50 bis jetzt bekannten Planeten unseres Sonnensystems.

Die Punkte *Q* und *C* stehen am Himmel 111° 30,7′ von einander ab, und die scheinbare Bewegung der Alkyone führt, rückwärts verlängert, 2,6° an *Q* südlich vorbei. Nach den früheren Annahmen über die Lage von *Q* und die Eigenbewegung von *C* hatten sich ebendieselben Grössen 113° 36,0′ und 1,5° ergeben. Ist demnach *Q* im Allgemeinen richtig bestimmt, so kann zwar die Bahn unserer Sonne um *C* herum kein Kreis sein, vielmehr ist in der elliptischen Hypothese das Minimum für ihren Excentricitätswinkel = 21° 30,7′; allein eine der Planetenbahnen (Polyhymnia) kommt diesem Werthe schon sehr nahe, so dass keine Nothwendigkeit vorliegt, das Analogon für die Form der Sonnenbahn unter den Kometen zu suchen. —

Was endlich die Quantität der Sonnenbewegung betrifft, so wird möglicher Weise in Zukunft, wenn die Ausmittelung der Eigenbewegungen auch über die geringeren Grössenclassen ausgedehnt werden kann, in ihnen sich ein Mittel darbieten, auch diese Frage zu beantworten. Der von mir aus der Bewegung und Parallaxe von 61 Cygni gefolgerte Werth von $7^1/_2$ Meilen in der Secunde gründet sich auf die Parallaxe = 0,348″ und würde sich im umgekehrten Verhältniss ändern, wie diese Parallaxe sich ändert. Da die neueren Messungen von Johnson und in noch stärkerm Maasse die von O. Struve, eine solche Vergrösserung der Parallaxe von 61 Cygni anzudeuten scheinen, so würde die Bewegung der Sonne etwas geringer werden und etwa der mittlern des Merkur gleich sein.“

Für die Gesammtsumme der Massen innerhalb der mit dem Radius Vector der Sonne um den Schwerpunkt beschriebenen Kugel, findet Mädler nach einer hypothetischen Berechnung der Parallaxe der Alkyone (zu 0,005685″) den Werth von 118000000 Sonnenmassen. Der genannte Astronom macht darauf aufmerksam, dass aber in der Region, in welcher sich diese sämmtlichen auf die Bewegung unserer Sonne wirkenden Massen befinden müssen, selbst mit den kräftigsten Hülfsmitteln höchstens 2 Millionen Sterne gesehen werden; es müssten demnach entweder durchschnittlich diese Fixsterne unsere Sonne an Masse sehr bedeutend übertreffen, oder aber es existirten in diesem Raume sehr bedeutende dunkle oder schwach leuchtende Massen, die im Allgemeinen unseren Ferngläsern verborgen sind. Letzteres sei das Wahrscheinlichere.

Die Untersuchungen Mädler's über die Constitution unserer Fixsternschicht bedürfen sicherlich noch beträchtlicher Erweiterungen und Vervollkommnungen, ehe sie zu unangreifbaren Resultaten zu führen geeignet sind. Noch ist vieles Hypothese und den genialen Combinationen des ehemaligen Directors der Sternwarte Dorpat mangelt, wenn auch keineswegs eine innere wissenschaftliche Wahrscheinlichkeit, so doch stellenweise die zwingende Nothwendigkeit, weil sie vielfach an dem Mangel hinreichend zahlreicher und über einen genügenden Zeitraum ausgedehn-

ter Beobachtungen leiden. Dazu hat Kowalsky (Sur les lois du mouvement propre des étoiles du catalogue de Bradley) gezeigt, dass das von Mädler gefundene Verhalten der Eigenbewegungen, sich für alle in der Nähe der Milchstrasse gelegene Punkte in ähnlicher Weise zeigen muss, und die Zone, welche die Minima der Eigenbewegungen enthält, sehr nahe mit dem Gürtel der Milchstrasse zusammenfällt, während die stärksten Bewegungen näher den Polen derselben vorkommen. Dennoch sind Mädler's Untersuchungen durchaus der Beachtung würdig; sie eröffnen eine neue Perspective zu künftigen schärferen Untersuchungen und stehen so hoch über den Speculationen, welchen der geniale William Herschel über den Bau des Himmels sich hingab, wie der heutige Zustand der Himmelskunde über demjenigen zu Ende des vergangenen Jahrhunderts.

Während es bei der directen astronomischen Beobachtung nur möglich ist, diejenige Componente der Fixsternbewegung, welche senkrecht zur Gesichtslinie nach der Erde hin stattfindet, zu bestimmen, hat das neue Hülfsmittel der Spectralanalyse Aussichten geboten, auch die andere, in der Richtung des Visionsradius liegende Componente jener Bewegung directen Messungen zu unterziehen. Obgleich in einem besonderen Capitel dieses Werkes die Resultate spectralanalytischer Untersuchung des Fixsternhimmels mit aller möglichen Vollständigkeit behandelt werden, kann es doch hier nicht umgangen werden, dasjenige, was sich bei diesen Untersuchungen auf die Eigenbewegungen der Fixsterne bezieht, anzureihen.

Schon bei ihren ersten gleichzeitigen Vergleichungen, die Huggins und Miller in den Jahren 1862 und 1863 zwischen den hellen Spectrallinien irdischer Stoffe und den dunkelen Linien in den Fixsternspectren anstellten, entging es dem Scharfsinne dieser Forscher nicht, dass solche Beobachtungen möglicher Weise Aufschluss über die Bewegungen der Fixsterne in Bezug auf unser System zu verschaffen geeignet seien. Wenn nämlich ein Fixstern sich der Erde nähert oder sich von ihr entfernt, so muss diese Bewegung im Verein mit der absoluten Bewegung der Erde im Raume, sich für einen Beobachter auf der Erde, wie Maxwell's scharfsinnige Untersuchung evident nachgewiesen, dadurch bemerklich machen, dass die Brechbarkeit der von jenem Sterne ausgehenden Strahlen verändert erscheint. Die hellen Linien der Spectra irdischer Stoffe werden daher nicht mehr genau mit den entsprechenden dunkeln Linien im Spectrum des betreffenden Sternes coincidiren.

Von diesen Gesichtspunkten ausgehend, untersuchten schon damals Huggins und Miller die Sterne α Tauri, α Orionis, β Pegasi, α Canis maj., α Lyrae, α Aurigae, α Bootis, α und β Geminorum und einige andere. Ihr Apparat war mit zwei Flintglasprismen versehen, deren Brechungswinkel 60⁰ betrug. Er erlaubte eine Genauigkeit der Vergleichung, welche die Verschiebung einer Linie oder Liniengruppe erkennen liess, die geringer als der Abstand zwischen den D-Linien ist. Allein die sorgfältigsten Beobachtungen ergaben, dass keiner der genannten Fixsterne

sich in der Richtung der Gesichtslinie zur Erde mit einer Geschwindigkeit bewege, die gross genug ist, um eine Linie so weit zu verschieben, dass diese Verschiebung einen Unterschied der Wellenlänge gleich demjenigen der zwei *D*-Strahlen erzeugt. Eine solche Aenderung der Brechbarkeit würde einer Geschwindigkeit von 169 englischen Meilen in der Secunde entsprochen haben.

Die damals erhaltenen negativen Resultate schreckten Huggins durchaus nicht von weiteren Untersuchungen ab, allein da eine Bewegung von 169 englischen Meilen pro Secunde von vornherein bei einem Fixsterne unwahrscheinlich erschien, so war es vor allem nothwendig, über genauere Apparate verfügen zu können. Nach vielen vergeblichen Versuchen gelang es dem trefflichen britischen Naturforscher endlich, einen Apparat zu ersinnen und auszuführen, der es ermöglichte, das Problem innerhalb gewisser Grenzen zu lösen. Mittels dieses Apparates, dessen genaue Beschreibung nicht hierhin gehört und in den Philosoph. Transact. 1868, S. 529 nachzulesen ist, war es möglich, eine Nichtcoincidenz von 0,02 einer Theilung der Mikrometerschraube, entsprechend 0,046 Milliontel eines Millimeters, noch wahrzunehmen.

Die genaue Untersuchung der hellsten Linie des aus drei hellen Linien bestehenden Spectrums des Orionnebels, ergab keine Verschiebung, welche dem eben bezeichneten Betrage gleichkäme. Es geht demnach aus diesen Beobachtungen hervor, dass, wenn jene Linie wirklich vom Stickstoffe herrührt, der Nebel sich nicht mit einer Geschwindigkeit von uns entfernt, die grösser ist als 10 englische Meilen in der Secunde; denn eine solche Bewegung addirt zur Bewegung unserer Erde, würde eine messbare Verschiebung der Linie hervorgerufen haben. Wenn sich hingegen der genannte Nebelfleck unserer Erde nähert, so kann dies mit einer Geschwindigkeit von 25 Meilen pro Secunde geschehen, ohne in dem Huggins'schen Apparate nachweisbar zu sein, da durch die Bewegung der Erde selbst, der Einfluss jener Bewegung des Nebels auf die Lichtstrahlen, aufgehoben würde.

Glücklicher war Huggins bei seinen Fixsternbeobachtungen, wozu er Sirius, Prokyon, Castor, Beteigeuze, Aldebaran und einige andere Sterne wählte. Doch sind bis jetzt von diesem eifrigen Beobachter nur die Untersuchungen am Sirius veröffentlicht worden, da er die übrigen Untersuchungen bei günstiger Gelegenheit, die sich selten findet, nochmals wiederholen will. Die Hauptschwierigkeit bei diesen Beobachtungen ist die Unruhe der Atmosphäre. Wenn auch die Sterne 1. und 2. Grösse hinreichend hell erscheinen, um im grossen Spectroskope beobachtet werden zu können, und wenn auch die Linien ihrer Spectra scharf und deutlich zu sehen sind, sobald die Luft ruhig ist, so tritt doch dieser letztere günstige Umstand nur selten ein; gewöhnlich zeigen sich die Linien so unstetig, dass nicht daran zu denken ist, die Coincidenzen mit dem Grade der Genauigkeit, wie er für diese Untersuchungen nothwendig erscheint, zu bestimmen. Huggins bemerkt, dass er sich oft Stunden lang mit der Ermit-

telung der Lage einer einzigen Linie beschäftigt habe, aber dass ihm selbst das Mittel zahlreicher Beobachtungen nicht genau genug erschien, um über die Coincidenz mit der Vergleichungslinie zu urtheilen. Unter solchen Umständen erscheint Sirius mit den vier hellen Linien seines Spectrums noch am geeignetsten zu einer genauen Untersuchung, trotzdem die geringe Höhe des Sternes die Beobachtung desselben nur während einer Stunde vor und einer Stunde nach der Culmination erlaubt. Huggins beschränkte seine Vergleichungen auf die mit der Wasserstofflinie *F* coincidirende Linie. Durch das grosse Spectroskop gesehen, erscheint diese Linie etwa so breit wie die Doppellinie *D*. Zur Vergleichung wurde das Spectrum des Wasserstoffs in der Vacuumröhre, welche vor dem Objectiv angebracht ist, benutzt, während der Spalt so schmal als möglich gemacht ward. Der Zustand der Atmosphäre war günstiger als gewöhnlich und die Siriuslinie mit grosser Deutlichkeit zu erkennen. Die Linie des Funkens war viel schmäler, etwa $^1/_5$ so breit und zeigte sich, wenn der Strom geschlossen wurde, deutlich auf dem dunkeln Siriusstreifen. Zahlreiche Beobachtungen überzeugten Huggins, dass die schmale Wasserstofflinie nicht in die Mitte der Sternlinie fällt, sondern scheinbar in einer Entfernung davon liegt, welche dem dritten oder vierten Theile des Zwischenraumes der beiden *D*-Linien gleich ist. Der Beobachter war nicht im Stande, diese Entfernung von der Mitte direct zu messen, aber einige sorgfältige Schätzungen ergaben einen Werth von 0,04 der Mikrometerschraube mit dem wahrscheinlichen Fehler von $^1/_8$. Beobachtungen in anderen Nächten zeigten gleichfalls, dass die Siriuslinie unbedeutend weniger abgelenkt ist als die Wasserstofflinie, aber bei keiner Gelegenheit war die Luft ruhig genug, um diesen geringen Unterschied zu messen. „Ich glaube sonach," sagt Huggins, „dass meine Beobachtungen zu dem Schlusse führen müssen, dass Wasserstoff in der Siriusatmosphäre vorhanden ist, und dass der vereinigte Einfluss der Bewegung der Erde und des Sirius zur Zeit der Beobachtung eine Verschiebung der Siriuslinie nach dem Roth hin hervorruft, welche 0,04 der Mikrometerschraube entspricht. Da nun 0,01 des Mikrometers in diesem Theile des Spectrums gleich ist der Wellenlänge von 0,02725 Milliontel eines Millimeters, so beträgt die totale Verminderung 0,109 Milliontel eines Millimeters. Nimmt man die Fortpflanzung des Lichtes zu 185 000 (englischen) Meilen in der Secunde an, und die Wellenlänge der *F*-Linie gleich 486,5 Milliontel eines Millimeters (nach Angström ist dieselbe 486,52, nach Ditscheiner 486,49), so zeigt die beobachtete Veränderung der Wellenlänge an, dass Sirius und Erde sich mit einer Geschwindigkeit von 41,4 (englischen) Meilen in der Secunde von einander entfernen. Ein Theil dieser Bewegung gehört der Erde an. — Der Einfluss der Erdbewegung auf das Licht eines Sternes wird am grössten, wenn derselbe in der Ebene der Ekliptik liegt und vermindert sich in demselben Grade, als die Breite des Sternes grösser wird. Bezeichnet man die Geschwindigkeit der Erde mit v, ihre Länge mit l, die Länge des Sternes mit l' und

seine Breite mit λ, so ist die Geschwindigkeit, mit der sich die Erde in der Richtung der Sehlinie bewegt:

$$v' = v \cos \lambda \, . \sin (l - l').$$

Hiernach berechnet sich, dass zur Zeit der Beobachtung die Erde sich vom Sirius mit einer Geschwindigkeit von etwa 12 (englischen) Meilen in der Secunde entfernte. Da nun die Beobachtungen ergeben haben, dass beide Körper sich in jeder Secunde 41,4 (englische) Meilen von einander entfernen, so müssen wir annehmen, dass der Sirius selbst sich mit einer Geschwindigkeit von 29,4 Meilen in der Secunde von uns hinwegbewegt."

Es wurde mit Vorbedacht hier ausführlicher auf die Untersuchungen von Huggins über die Bewegungen der Fixsterne in der Richtung der Sehlinie eingegangen, weil sie zu den merkwürdigsten Arbeiten der neueren Wissenschaft gehören. Zwar liegen diese Untersuchungen noch durchaus im Zustande der Kindheit, aber sie berechtigen zu den schönsten Hoffnungen für die Zukunft, und schon hat Zöllner in seinem Reversionsspectroskope ein Instrument geliefert, das an Genauigkeit und Leichtigkeit der Anwendung, den Apparat von Huggins bei weitem übertrifft. —

Noch ist es hier der Ort, einiger zum grossen Theile theoretischer Untersuchungen zu gedenken, welche Klinkerfues und Hoek sowohl über den Einfluss einer Bewegung der Lichtquelle, als der Bewegung eines durchsichtigen Mittels auf den Lichtstrahl, angestellt haben. Die Untersuchungen von Klinkerfues haben diesen scharfsinnigen Gelehrten zu gewissen Versuchen über die Bewegung der Erde und der Sonne durch den, die Himmelsräume erfüllenden, Aether geleitet, deren bezüglich ihrer Methode und der erlangten Resultate hier kurz gedacht werden muss. Das Princip ist folgendes. Der Strahl einer sehr hellen Lampe wird durch das Spaltfernrohr eines Spectralapparates in der Richtung von Süd nach Nord, dann durch ein analysirendes Prisma à vision directe hindurchgeleitet, darauf unter rechtem Winkel abwechselnd nach West und nach Ost gespiegelt und zwei entsprechenden Beobachtungsfernrohren zugeführt. So weit die uns bekannte Bewegung der Erde in Betracht kommt, ist die Bewegung der Lampe wie die des ganzen Apparates um Mittag sehr nahe nach einen im Westen stehenden Sterne gerichtet, um Mitternacht wird derselbe Punkt der Sphäre im Osten stehen; die Bewegung der Lampe ist also zu der ursprünglichen vor der Spiegelung stattfindenden Richtung des Strahles senkrecht. Bringt man durch Verbrennen in der Flamme das Natriumspectrum hervor, so wird dieses mit seiner gewöhnlichen, einer ruhenden Lampe entsprechenden Wellenlänge auftreten. An diesem Verhalten wird durch die nun folgende Spiegelung des Strahles nichts geändert, da offenbar Farbe und Wellenlänge dieselben bleiben. Schiebt man aber nun um Mittag in den nach West abgelenkten Strahl eine zwischen planparallelen Gläsern eingeschlossene Säule von

Bromdämpfen ein, so wird das Absorptionsspectrum des Brom seine gewöhnliche Lage nicht mehr behaupten können. Denn die vor dem Strahl her fliehende Bewegung des Brom wird die Anzahl der Wellen einer Farbe, welche in gegebener Zeit durch ein Molecül des Brom gehen, vermindern; es wird also die Absorption auf kleinere und zwar solche Wellenlänge übergehen, welche erst unter dem Einflusse der Erdbewegung die gewöhnlichen Wellenlängen der Absorptionsstreifen des Brom annehmen. Die zwischen der *D*-Linie und dem Violett gelegenen Streifen des Bromspectrums entfernen sich also hier von dem Natriumspectrum; die statthabende Verschiebung kann mit dem Mikrometer des Beobachtungsfernrohres leicht und scharf gemessen werden. Wird darauf gleicherweise der Strahl der Lampe nach Ost geleitet und die Bromsäule eingeschoben, so läuft dieselbe mit der Erdbewegung dem Strahle entgegen und die Absorption geht auf grössere Wellenlängen über. Das Bromspectrum nähert sich auf dieser Seite dem Flammenspectrum des Natrium. Um Mitternacht, wo die Erdbewegung nach dem östlichen Theile des Himmels gerichtet ist, vertauschen die beiden Beobachtungsfernrohre ihre Stellen. An dem von West nach Ost gerichteten zeigt sich nun eine Verminderung des Abstandes des Brom- vom Natriumspectrum, an dem von Ost nach West gerichteten eine Vergrösserung. Die Summe dieser Verschiebungen im Mittag und Mitternacht, ihrer absoluten Grösse nach genommen, würde im Maximum 0,0004 der Wellenlänge der eingestellten Bromlinie entsprechen. Wenn die Beobachtungsfernrohre bei horizontaler Axe nicht ganz in die Richtung der Erdbewegung fallen und der den Apparat umgebende Aether dieser Bewegung zum Theile folgt, so wird ein geringerer Betrag erwartet werden müssen. Die Beobachtungen, welche Professor Klinkerfues zwischen dem 25. März und 3. Mai 1870 jeden Tag gegen Mittag und Mitternacht in einem gegen das Eindringen von Tageslicht sorgfältig geschützten Raume angestellt hat, haben nun in der That eine Verschiebung des Bromspectrums gegen das Natriumspectrum und zwar an beiden Beobachtungsfernrohren in dem oben erwarteten Sinne ergeben. Die Wellenlänge des Streifens wurde aber nicht um 0,0004, sondern bloss um $\frac{1}{12,600}$ ihrer Grösse, also nur um $^1/_5$ des erwarteten Betrages geändert. Wie dieser Minderbetrag zu erklären ist, muss vorläufig dahin gestellt werden. Klinkerfues glaubt nicht, dass die Ursache desselben in einer bedeutenden Bewegung der Sonne im Weltraume, welche zu dieser Jahreszeit die Bewegung der Erde um die Sonne so weit compensirt haben könnte, sondern vielmehr darin zu suchen sei, dass die Voraussetzung ruhenden Aethers nicht ganz erfüllt sei. Der Director der Sternwarte zu Göttingen findet es nicht allzu überraschend, in geringer Höhe über dem Fussboden den Aether noch zum grössern Theile die Erde begleiten zu sehen, ja er bemerkt, dass man sogar auch darauf vorbereitet sein dürfte, dass die Höhe über dem Meere dabei eine Rolle spiele. (Vergl. Astron. Nachrichten Bd. 66 und 75.)

Die Untersuchungen von Hoek, welche oben erwähnt wurden, haben gleichzeitig ein rein physikalisches und ein astronomisches Interesse; jenes, indem sie die Fresnel'sche Formel für den Einfluss der Bewegungsgeschwindigkeit eines durchsichtigen Mediums auf den absoluten Brechungscoefficienten desselben bis auf $^1/_{55}$ ihres Werthes als mit der Erfahrung übereinstimmend darstellen; dieses, indem die translatorische Bewegung der Erde mit in den Versuch hineingezogen wurde. Es wurden hierbei zwei Fernrohre in einem gewissen Abstande mit ihren Objectiven horizontal einander gegenüber gestellt. Im Brennpunkte des einen war ein feiner, durch das Licht einer gewöhnlichen Lampe erleuchteter Spalt angebracht, im Brennpunkte des andern, senkrecht zur Axe, ein ebener Metallspiegel. Hierdurch wird bewirkt, dass sämmtliche von dem erleuchteten Spalte auf das erste Objectiv fallende Strahlen das ganze System zwei Mal in entgegengesetzter Richtung durchlaufen, direct und von dem Spiegel reflectirt. Es entsteht daher an derselben Stelle, wo sich der Spalt befindet, ein reelles Bild desselben. Schickt man nun aber einen gewissen Theil des zwischen beiden Objecten befindlichen Strahlencylinders durch die Schichten eines durchsichtigen Mediums, indem man beispielsweise eine von planparallelen Gläsern eingeschlossene Wassersäule einschaltet, so sind die Räume, welche beide Strahlensysteme auf dem Hin- und Rückwege durchlaufen, im Zustande der Ruhe des Systems, optisch durchaus gleichwerthig, so dass sich die einzelnen Lichtstrahlen bei ihrer Vereinigung in gleicher Oscillationsphase befinden. Wird dagegen dem ganzen Apparate eine Bewegung in paralleler Richtung mit seiner optischen Axe ertheilt, so wird, unter Voraussetzung einer partiellen Mitbewegung des Aethers im bewegten Wasser, der eine Theil der Strahlen (die sich vor und nach der Spiegelung in entgegengesetzter Richtung bewegen) im entgegengesetzten Sinne des andern Theiles verschoben, so dass beide Strahlentheile bei ihrer Vereinigung sich rücksichtlich ihrer Schwingungsphase von einander unterscheiden. Wenn man daher das Bild des Spaltes gesondert untersucht, resp.. dasselbe mittels eines Prismas in seine Bestandtheile zerlegt, so werden in dem letztern Falle Interferenzerscheinungen auftreten, deren Lage und Zahl die Grösse der stattgefundenen Verschiebung zu bestimmen erlaubt. Um diese Trennung des optischen Bildes von seinem Objecte zu bewirken, ist einfach in der Axe des ersten Fernrohres zwischen Spalt und Objectiv eine planparallele Glasplatte unter einem Winkel von 45° gegen die Axe des Instrumentes angebracht, welche den vom Spalt ausgehenden Strahlen ungehindert den Durchgang gestattet und gleichzeitig die Strahlen des optischen Bildes seitlich von der Axe des ersten Fernrohres vereinigt. Am Orte dieser Vereinigung ist eine Oeffnung im Fernrohre angebracht, welche die angedeutete prismatische Zerlegung gestattet. Die Resultate, welche mit dem sojetzt beschriebenen Apparate erhalten wurden, sind übrigens durchaus negativer Natur. Selbst unter den günstigsten Bedingungen haben sich keinerlei Interferenzstreifen gezeigt.

Hoek hat aber auch nachgewiesen, dass dieses negative Resultat nur dann stattfinden kann, wenn Fresnel's Formel der richtige Ausdruck für die Verzögerung resp. Beschleunigung der Ausbreitung einer Lichtwelle in einem bewegten Medium ist. Die Richtigkeit der nämlichen Formel erklärt nicht minder das negative Resultat, zu welchem Arago gelangte, indem er die Unterschiede der Brechungscoefficienten der einzelnen Strahlen von Fixsternen untersuchte, als die Bewegung der Erde diesen Sternen zu- und als sie von ihnen abgewandt war. Die theilweise Mitbewegung des Aethers in durchsichtigen Medien ist gegenwärtig nicht mehr in Abrede zu stellen, ja sie war schon durch Fizeau's Untersuchungen, freilich mit einem nur geringen Grade von Sicherheit erwiesen; aber die Grösse dieser Mitbewegung festzusetzen muss der Zukunft anheimgestellt bleiben. (Vergl. Vierteljahrsschrift d. Astr. Gesellsch. II. 3, S. 178—181.)

Parallaxen der Fixsterne.

Von den translatorischen Bewegungen der Fixsterne wenden wir uns zu ihren optischen Bewegungen an der Himmelsdecke, soweit dieselben nach dem Plane des gegenwärtigen Werkes hier näher behandelt werden müssen. Also nicht der, allen Fixsternen gemeinsamen Präcessionsbewegung, die durch Verschiebung der Anfangspunkte, von welchen die Längen und Rectascensionen gezählt werden, hervorgerufen ist, wird hier gedacht; ebenso wenig der Nutation, des Wankens der Erdaxe, wie es sich zuerst in den bewundernswürdigen Beobachtungen des unvergleichlichen Bradley gezeigt hat: sondern nur der parallactischen Verschiebungen, wie sie die neueren Beobachtungen bei einer kleinen Anzahl von Fixsternen messbar gezeigt haben.

Die Wichtigkeit der Bestimmung von Fixstern-Parallaxen trat zuerst an die beobachtende Astronomie heran, als das neue Weltsystem des Copernicus, die anderthalb Jahrtausende hindurch herrschend gewesene geocentrische Anschauungsweise, wie sich dieselbe in der unrichtigen Ptolemäi'schen Vorstellung der Weltordnung ausspricht, zu verdrängen begann. Allein wenn der priesterliche Astronom von Thorn, der unsterbliche Copernicus, nur die geringste Ahnung von den mechanischen Stabilitätsbedingungen der Systeme himmlischer Körper hätte besitzen können: er würde von vornherein jede Hoffnung aufgegeben haben, mittels seiner selbstgetheilten Quadranten die reflectirte Ortsbewegung der Erde in der parallactischen Veränderung der Fixsternörter nachweisen zu wollen. Aber erfüllt von der innern Ueberzeugung der Richtigkeit seines heliocentrischen Planetensystems, sprach er es kühn aus, dass die wahren Distanzen der Fixsterne zu gross seien, um Parallaxen mit Hülfe von Instrumenten erkennen zu können, mittels deren Beobachtungen erhalten wurden, die, wenn selbst mit Fehlern von 15′ behaftet, bereits genau erscheinen mussten. Schon weiter ging der grosse Beobachter Tycho

Brahe, allein trotz seiner kolossalen, für die damalige Zeit bewunderns-würdigen Instrumente konnten die, nur mit blossem Auge angestellten, Beobachtungen keine grössere Genauigkeit der Oerter als bis zu 3 oder 4 Bogenminuten gewähren. Das Fehlen jeder Parallaxe der Fixsterne, welche diese Grösse erreichte, bewies damals also nur einen grössern Abstand des Fixsternhimmels von der Erde, als 1100 oder 1200 Erdbahnradien, entsprechend einer Distanz von 22 000 bis 24 000 Millionen geographischer Meilen. Bis zu Flamsteed's Beobachtungen stieg die Schärfe der Messungen zum Vierfachen der Genauigkeit von Tycho's Bestimmungen und gleichzeitig ward damit die Distanz der nächsten Fixsterne bis über 100 000 Millionen Meilen hinausgerückt; aber um wieviel sie diesen Minimalabstand überschritt, entzog sich durchaus jeder Muthmaassung. Ebenso vergeblich waren die Untersuchungen, welche Jacob Cassini in den Jahren 1714 und 1715 zur Ermittelung der Parallaxe des Sirius mit Hülfe eines feststehenden Fernrohres anstellte. Der Werth von 10″, zu welchem er gelangte, erklärt sich aus Instrumental- und Beobachtungsfehlern, sowie aus dem Einflusse der damals noch nicht bekannten Aberration des Lichtes. Auch genügte das erlangte Resultat seinem Urheber so wenig, dass er die Parallaxe des Sirius thatsächlich für unmerklich erklärte und das Gleiche von den Parallaxen aller übrigen Fixsterne behauptete. (Cassini Elémens d'Astr. 1741, p. 51.)

Die bewundernswürdig genauen Messungen, welche der unvergleichliche Bradley im Vereine mit Molineux mittels seines ausgezeichneten dreizehnfüssigen Zenithsectors im Jahre 1728 zu Kew und Wanstead angestellt, waren ausschliesslich in der Absicht unternommen worden, die Parallaxe von γ Draconis zu untersuchen. Wenn diese Beobachtungen auch nicht direct zur Auffindung der jährlichen Parallaxe jenes Sterns führten, so leiteten sie doch Bradley auf die Entdeckung der Aberration des Lichtes und haben neuerdings in der genauern und erschöpfenden Discussion, welche Auwers ihnen widmete, allerdings zu einem genäherten Werthe für die Parallaxe von γ Draconis geleitet. In der That fand Auwers, als er aus den 94 Beobachtungen, welche Molineux von diesem Sterne zu Kew angestellt, die Aberrationsconstante ableitete, gleichzeitig die absolute jährliche Parallaxe von γ Draconis zu $0{,}0917'' \pm 0{,}0705''$ entsprechend einer Distanz von 2 292 000 Erdweiten. Die Unsicherheit dieses Resultates ist, wie aus der Kleinheit des parallactischen Winkels und der Grösse des wahrscheinlichen Fehlers zur Genüge erhellt, nothwendig eine beträchtliche. Nichtsdestoweniger besitzt dasselbe einen gewissen Grad von Wahrscheinlichkeit, und ist nicht weiter zu vergleichen mit dem Ergebnisse von 15″, zu welchem 1674 Hooke (und Flamsteed) für denselben Stern gelangt waren (An attempt to prove the motion of the earth from observations by Rob. Hooke 1674). Die Untersuchungen der Doppelsterne durch William Herschel waren fast ausschliesslich durch den Gedanken hervorgerufen worden, einen Vorschlag Galilei's (Opere di Galileo Galilei, Vol. XII, p. 206. Milano 1811) zu realisiren, den

der berühmte florentinische Physiker machte, als er sagte: „Ich glaube, dass manche Fixsterne zwei und drei Mal entfernter sind als andere, so dass, wenn man im Felde eines Fernrohres in der unmittelbaren Nähe eines sehr hellen Sternes einen lichtschwachen erblickt, man vielleicht eine merkwürdige Veränderung in der gegenseitigen Lage beider wahrnehmen könnte.“ Uebrigens führten Herschel's Beobachtungen zu keinem Resultate; er gelangte aus seinen Messungen von ε Bootis im Jahre 1782 zu dem Ergebnisse, dass die Parallaxendifferenz der Componenten dieses Doppelsterns gleich Null sei, was, wie wir heute wissen, thatsächlich der Fall ist, indem beide Sterne physisch mit einander verbunden sind und gleich weit von unserer Erde abstehen.

Nicht minder negativer Natur waren die Resultate, welche Calandrelli und 1805 Piazzi für eine Reihe von Sternen erster Grösse (Sirius, Procyon, Wega, Aldebaran) erhielten. Allerdings gelangte Piazzi für einige andere Sterne zu positiven Parallaxen, allein die gefundenen Werthe vermochten vor einer strengern Kritik nicht zu bestehen. (Mem. Soc. Ital. IX. 1802).

Eine langjährige, aber leider ebenfalls nicht erfolgreiche Thätigkeit, verwandte Brinkley in Dublin auf die Ermittelung der Fixsternparallaxen. Im Jahre 1815 gab er für einige helleren Sterne folgende Werthe ihrer jährlichen Parallaxen:

α Lyrae . . .	1,2″	δ Aquilae . . .	3,2″
α Aquilae . . .	1,6	γ Aquilae . . .	2,2
α Ophiuchi . .	1,6	β Aquilae . . .	2,4

Allein nach den bis dahin vorliegenden negativen Resultaten, konnten diese Werthe nur mit Vorsicht aufgenommen werden; auch modificirte Brinkley dieselben mehrfach (z. B. für α Lyrae 0,57″ statt 1,2″) und Pond's genauere Untersuchungen widersprachen denselben entschieden. (Phil. Trans. 1817, 1818, 1823).

Erst dem Heliometer und dem Filarmicrometer Fraunhofer's war es vorbehalten, unter den Händen von Bessel und F. W. Struve die ersten zuverlässigen Resultate für die Parallaxen zweier Fixsterne zu liefern.

Schon im Jahre 1812 war Bessel auf die ungemein bedeutende Eigenbewegung von 61 Cygni aufmerksam geworden, und schloss daraus mit vielem Rechte auf eine verhältnissmässig grosse Nähe dieses unscheinbaren Doppelsternes. Allein die unzureichenden Hülfsmittel, welche dem grossen Astronomen damals zu Gebote standen, verhinderten eine eingehendere Untersuchung, und in den Jahren 1815 und 1816 war er noch zu keinem annehmbaren Resultate gelangt. Vom August 1812 bis zum September 1813 stellten Arago und Mathieu, mittels eines ausgezeichneten Reichenbach'schen Repetitionskreises, eine Reihe absoluter Declinationsbeobachtungen von 61 Cygni an. Die Berechnung derselben ergab eine Parallaxe von etwa 0,5″, allein eine genauere Revision dersel-

ben führte später sogar zu einem negativen Resultate. (Arago, Astronomie I., Cap. 33.) Das Gleiche gilt von den Untersuchungen desselben Sterns, welche Lindenau 1812 anstellte. Bessel's Beobachtungen begannen mit dem 18. August 1840. Die angewandte Methode bestand in der mikrometrischen Verbindung der Mitte des Doppelsterns mit zwei beträchtlich kleinen, fast unbewegten Sternen *a* und *b*, von denen der erstere in einer fast senkrecht zur Verbindungslinie der Componenten von 61 Cygni stehenden Richtung liegt, während der andere nahe in der Verlängerung jener Linie steht. Bessel's erste Resultate beruhen auf seinen eigenen Beobachtungen zwischen 1837 August 18 und 1838 October 2, sie ergaben als wahrscheinlichen Werth der relativen Parallaxe nach den eigenen Rechnungen des berühmten Astronomen:

$$\pi = 0{,}3136'' \pm 0{,}0136''.$$

Diese Parallaxe basirt auf 85 gemessenen Abständen von dem kleinen Sterne *a* und 98 Abständen von *b*. Uebrigens betrachtete Bessel dieses, in Nr. 365 und 366 der Astronomischen Nachrichten mitgetheilte, Resultat nur als ein vorläufiges, welches „nicht zweifelhaft lässt, dass die jährliche Parallaxe des 61. Sterns im Schwane eine Grösse besitzt, die sich in den Beobachtungen, wenn sie mit einem geeigneten Apparate und oft wiederholt gemacht werden, sicher verräth.“ Bessel hielt es für wünschenswerth, die Beobachtungen weiter fortzusetzen. In Nr. 401 der Astronomischen Nachrichten theilt er die definitiven Resultate seiner Arbeit mit. „Die Beobachtungen,“ heisst es dort, „sind jetzt bis zum Ende des März 1840 fortgesetzt worden, erstrecken sich über 2 Jahre und 7 Monate und liefern 188 Messungen der Entfernung der Mitte zwischen beiden Sternen des Doppelsterns 61 Cygni von dem Sternchen *a* und 214 Messungen dieser Entfernung von dem Sternchen *b*. Durch diese mehr als verdoppelte Anzahl der Beobachtungen hoffe ich, eine noch genauere Bestimmung der jährlichen Parallaxe zu erhalten, auch den relativen eigenen Bewegungen der beiden mit 61 Cygni verglichenen Sternchen eine grössere Sicherheit zu geben.“ — „Der häufige Gebrauch, welcher seit 10 Jahren von dem grossen Heliometer gemacht worden war, veranlasste mich, gleich nach der Beendigung der schon bekannt gemachten Beobachtungen 61 Cygni, das Instrument in seine einzelnen Theile zerlegen und jeden davon sorgfältig untersuchen zu lassen, damit etwaige entstandene Beschädigungen in ihrem Fortgange gehemmt und dem Instrumente nicht verderblich werden möchten. Es fanden sich wirklich Einflüsse des langen Gebrauches, an der Hülse, in welcher die Declinationsaxe sich dreht, sowie auch an den Mikrometerschrauben, deren Spitzen sowohl selbst angegriffen waren, als auch die Platten von Glockenmetall, worauf sie sich stützen, angegriffen hatten. Beides wurde durch den Mechanicus Herrn Steinfurth wieder in den gehörigen Stand gesetzt; auch wurden die Unterlegeplatten von Glockenmetall durch andere von gehärtetem Stahl ersetzt, und Aenderungen des Mechanismus, welcher die

Drehung der Mikrometerschrauben vermittelt, angebracht, deren Erfolg eine beträchtliche Erleichterung der Beobachtungen sein sollte und wirklich gewesen ist. Nachdem das Instrument wieder aufgestellt war, fing ich die neue Reihe der Beobachtungen 61 Cygni am 12. November an und trieb sie bis zum 9. Juli 1839; worauf ich sie, durch eine Reise nach Berlin, Altona und Bremen veranlasst, einem meiner Gehülfen, Herrn Schlüter, übergab, der sie ununterbrochen bis Ende März 1840 fortgesetzt, auch dabei so grosse Genauigkeit und Unermüdlichkeit bewährt hat, dass ich das, was er geleistet hat, für so gut und vollständig anerkenne, als es mit dem angewandten Apparate nur geleistet werden kann.“

Aus der Gesammtheit aller Messungen berechnete Bessel die jährliche Parallaxe von 61 Cygni zu 0,3483″ — 0,0533″ k, mit einem wahrscheinlichen Fehler von 0,0095″. Der Factor k bezieht sich auf eine Correction des berücksichtigten Einflusses der Wärme auf die Messungen und wurde von Bessel vorläufig gleich Null gesetzt. Später hat Peters, theilweise auf Bessel's eigene Untersuchungen über diesen Einfluss gestützt, jene Wärmecorrection berücksichtigt, und dadurch den definitiven Werth der Parallaxe von 61 Cygni zu 0,3744″, entsprechend einer Distanz von 550 900 mittleren Abständen der Erde von der Sonne, festgesetzt. Am Schlusse seiner zweiten Abhandlung über die Parallaxe des 61. Sterns im Schwane bemerkt Bessel: „Dass es für jetzt ein beträchtliches Interesse hätte, die Beobachtungen 61 Cygni fortzusetzen, sehe ich nicht, da ich jetzt auch an der nahen Richtigkeit der Bestimmung der jährlichen Parallaxe dieses Sterns ebensowenig zweifle, als ich zur Zeit des Schlusses der ersten Abtheilung der Beobachtungen, an ihrer für das angewandte Instrument wahrnehmbaren Grösse gezweifelt habe. Ich habe also die Beobachtungen vorläufig geschlossen.“

Diese Ueberzeugung, von der nahen Richtigkeit der Bessel'schen Parallaxe, musste sich den Astronomen um so mehr aufdrängen, als Peters in den Jahren 1842 und 1843 an 55 Tagen die Zenithdistanzen des hellern der beiden Componenten von 61 Cygni mittels des grossen Ertel'schen Verticalkreises zu Pulkowa beobachtete und aus diesen Messungen den Werth der absoluten Parallaxe zu 0,349″ mit einem wahrscheinlichen Fehler von 0,080″ berechnete. (Struve Astr. stell. p. 99.) Das grosse Oxforder Heliometer, mittels dessen Johnson vom Juli 1852 bis zum December 1853 Abstände zwischen 61 Cygni und zwei (von den Bessel'schen indess verschiedenen) benachbarten Sternen maass, lieferte eine Parallaxe von 0,42″. Auch dieser Werth konnte noch als verhältnissmässig in genügender Uebereinstimmung mit Bessel's Parallaxe betrachtet werden; allein die Untersuchungen von Schlüter und Wichmann führten inzwischen zu dem unerwarteten Resultate, dass für grössere absolute Distanzen, die Messungen mittels des Königsberger Heliometers relativ beträchtlichen, gesetzmässigen Fehlern unterworfen seien. Unter gewissen, begründeten Voraussetzungen über den Einfluss dieser Fehlerquelle auf

die Messungen, berechnete Peters 1849 die Königsberger Beobachtungen von 61 Cygni neu, allein das von ihm erhaltene Resultat:

$$\pi = 0{,}360'', \text{ wahrscheinlicher Fehler: } \pm 0{,}012''$$

zeigte sich nur unbedeutend von dem frühern Werthe abweichend. Unter diesen Umständen wurde das Resultat, welches 1854 Woldstedt aus O. Struve's Messungen zur Bestimmung der Parallaxe von 61 Cygni abgeleitet hatte und welches diese Parallaxe zu 0,52″ ergab, nur wenig beachtet. Erst die ausführliche Veröffentlichung dieser Beobachtungsreihen im Jahre 1859, zeigte deren ausserordentliche Genauigkeit und gleichzeitig neben hoher Uebereinstimmung der unabhängig von einander aus Distanzmessungen und Positionswinkelbestimmungen abgeleiteten Werthe der Parallaxe, eine völlige Unvereinbarkeit derselben mit Bessel's Werthe. Hierdurch veranlasst, begann Auwers im September 1860 eine neue Beobachtungsreihe von 61 Cygni mittels des Königsberger Heliometers. Dieselbe wurde bis zum Juni 1862 in der Art fortgeführt, dass sich die Parallaxe aus derselben frei von jeder Hypothese über das Gesetz der in den Heliometermessungen aufgefundenen Fehler, ermitteln liess. Das Resultat war:

$$\pi = 0{,}5638'', \text{ wahrscheinlicher Fehler: } \pm 0{,}0162''.$$

Dieses Resultat veranlasste den im Rechnen geradezu unermüdlichen Auwers zu einer neuen, kritischen Untersuchung der früheren Messungen. Es ergab sich, dass die Beobachtungen Bessel's in den ersten vierzehn Monaten durchaus unvereinbar mit den späteren Messungen sind, allein die wahre Ursache des Fehlers liess sich trotz zahlreicher Versuche und Rechnungen nicht ermitteln. Am Schlusse seiner grossen und wichtigen Arbeit (Abhandlungen der königl. Akademie der Wissenschaft, mathematische Classe, 1868) gibt Auwers folgende Uebersicht der für die Parallaxe von 61 Cygni aus mikrometrischen Messungen erhaltenen Werthe:

Bessel aus den ersten 14 Monaten	$\pi =$ 0,357″
Bessel aus den letzten 3 Monaten, und Schlüter . . .	0,536″
Johnson aus den ersten 11 Monaten	0,526″
Johnson aus den letzten 7 Monaten	0,192″
Struve	0,511″
Auwers	0,564″

Auwers glaubt, dass der Struve'sche Werth unter allen bisherigen der Wahrheit am nächsten komme, und zwar wegen der Einwendung, die man gegen alle bisher heliometrisch ermittelten Parallaxen von 61 Cygni machen könne: dass bei ihrer Bestimmung ein nicht physisch markirter Punkt (nämlich die Mitte des Doppelsterns) zur Pointirung gewählt ist.

Die Parallaxe 0,511″ gibt die Entfernung von 61 Cygni zu 403 650 Sonnenweiten, entsprechend 8 Billionen geographischer Meilen. Diese Distanz durchläuft das Licht bei einer Geschwindigkeit von 40 159 geographischen Meilen per Secunde, in 2305 mittleren Tagen. —

Die frühesten Beobachtungen Struve's zur Bestimmung der Parallaxe von α Lyrae gehen bis zum November 1835 zurück. In den Mensuris micrometr. stell. dupl. p. CLXX u. ff. leitet der berühmte Beobachter aus 17 zwischen 1835 November 3 und 1836 December 31 gemessenen Abständen von α Lyrae und einem kleinen (10,5 Gr.) optischen Begleiter in 43″ Distanz, die Parallaxe der Wega zu 0,125″ ± 0,055″ her. Dieses Resultat sollte übrigens nur ein vorläufiges sein. In Nro. 396 der Astronomischen Nachrichten gab Struve im October 1839 einen definitiven Werth, gestützt auf eine Folge von Messungen, die bis zum 18. August 1838, 96 Mal den Winkelabstand zwischen α Lyrae und dem eben genannten kleinen Sterne bestimmten. „Aus diesen Messungen," bemerkt Struve, „liess sich nun die Parallaxe auf zweifache Weise ableiten, nämlich sowohl aus den beobachteten Abständen als aus den gemessenen Richtungen der die beiden Sterne verbindenden Linie gegen den Declinationskreis, den sogenannten Positionswinkeln. Da aber Umstände vorhanden sind, welche die Sicherheit der letzteren beeinträchtigen, so durften sie für die Bestimmung der Parallaxe nicht mit in Betracht gezogen werden und es war nothwendig, diese aus den Abständen allein abzuleiten. — Nach Auflösung der 96 Gleichungen nach der Methode der kleinsten Quadrate, ergab sich die Parallaxe = 0,2613″ mit dem Gewichte 36,74 und dem wahrscheinlichen Fehler 0,0254″. Die Gewichteinheit ist hier das Gewicht eines einmaligen Abstandes, der jedesmal auf fünf Einstellungen zu beiden Seiten des unveränderten Coincidenzpunktes der Fäden beruht und für welchen aus den 96 Gleichungen der wahrscheinliche Fehler sich = 0,154″ ergab. — Da der für die Parallaxe gefundene Werth mehr als 10mal so gross ist, als dessen wahrscheinlicher Fehler, da keine constant im Sinne der Parallaxe wirkende Fehlerquelle anzunehmen ist, indem namentlich der Einfluss der Wärme auf den Werth eines Schraubenumgangs mit solcher Genauigkeit bestimmt ist, dass für 43″ Abstand auch bei den äussersten Temperaturen keine relative Unsicherheit von 0,001″ stattfindet, so scheint mir kein Grund übrig zu bleiben, die gefundene Parallaxe in Zweifel zu ziehen und ich setze ihr zufolge die Entfernung des Sterns α Lyrae vom Sonnensystem gleich 771 400 Halbmessern der Erdbahn." Spätere Untersuchungen auf der Sternwarte zu Pulkowa gaben die Parallaxe noch kleiner, im Mittel aus allen Messungen gleich 0,153″; am grossen Verticalkreise fand Peters sogar die absolute Parallaxe bloss zu 0,108″, ein Beweis, wie unsicher noch unsere Kenntnisse der Entfernung von α Lyrae sind. Airy glaubt (Mem. of the Royal Astr. Soc. Vol. X, p. 270), dass die Parallaxe dieses Sterns überhaupt für unsere gegenwärtigen Messinstrumente unmerklich sei.

Von gewissen Betrachtungen über Helligkeit und Eigenbewegung ausgehend, hat Struve in seinen Mensuris micr. folgende Sterne als am geeignetsten zur Parallaxenmessung vorgeschlagen:

α Tauri, Capella, Sirius, Procyon, Arcturus, α Lyrae, α Aquilae, Pollux,

Castor, 61 Cygni, 40 Eridani, μ Cassiopeiae, Nr. 540 Argel., p Ophiuchi, ξ Ursae majoris, γ Virginis, ζ Herculis.

Nur zum Theile haben sich bis jetzt die Hoffnungen, welche sich an die Untersuchung dieser Sterne, behufs Bestimmung ihrer absoluten Entfernung von unserm Sonnensysteme, knüpfen, realisirt. Es hat sich dabei das überaus merkwürdige und gänzlich unerwartete Resultat bestätigt gefunden, dass im Einzelnen die scheinbare Helligkeit keinerlei Maassstab für die Beurtheilung der Distanz eines Sterns abgeben kann. Wenn die 0,5″ übersteigende Parallaxe eines Sterns 6. Grösse, 61 Cygni, merkwürdig contrastirt mit der fast viermal kleinern Parallaxe eines weit hellern Sternes, ja des hellsten an der nördlichen Himmelshälfte, so sind dagegen die Resultate, welche sich in den überaus genauen Messungen von Henderson und Maclear für die Parallaxen des Sirius und α Centauri ergeben haben, womöglich noch merkwürdiger.

Die frühesten Angaben für die Parallaxe des Sirius, nach den Beobachtungen Henderson's am Mauerkreise der Capsternwarte, ergaben $\pi = 0{,}230''$, unter Zuziehung der späteren Beobachtungen von Maclear änderte sich dieser Werth in $\pi = 0{,}15''$, aber die neueste und exacte Berechnung von Gyldén ergibt die Parallaxe des Sirius zu 0,193″ entsprechend einer Distanz von 1 068 800 Sonnenweiten.

Die Beobachtungen zur Bestimmung der Parallaxe von α Centauri am Mauerkreise der Capsternwarte gehen zurück bis in die Jahre 1832 und 1833; das 1838 publicirte Resultat war $\pi = 0{,}91''$. Spätere, umfassendere Untersuchungen von Henderson und seinem Nachfolger Maclear, ergaben mit Einschluss der Messungen von 1839, $\pi = 0{,}9128''$; eine grosse Reihe von Zenithdistanzen in den Jahren 1842 bis 1844 sowie 1848 hat zu dem schliesslichen Werthe von $\pi = 0{,}9187''$ entsprechend 224 500 Halbmessern der Erdbahn geführt. (Monthly Notices XI. p. 131.)

Die Parallaxe von α Bootis ist von Rümker aus Beobachtungen am Hamburger Meridiankreise im Jahre 1847 zu 0,34″ bestimmt worden; aber die Messungen von Peters ergaben für diesen Stern den beträchtlich geringern Werth:

$$\pi = 0{,}127'', \text{ wahrscheinlicher Fehler: } \pm\ 0{,}073''.$$

Die Untersuchung der Dorpater Beobachtungen von 1818 bis 1838 hat Peters für den Polarstern zu einer Parallaxe von 0,106″, wahrscheinlicher Fehler: $\pm$ 0,012″ geführt. Die Beobachtungen am grossen Verticalkreise der Pulkowaer Sternwarte haben diesen Werth nahe bestätigt; sie ergaben 0,076″ $\pm$ 0,013″. Derselbe entspricht einer Distanz von unserer Erde, die 2 714 000 Erdbahnradien beträgt. Noch geringer und darum unsicherer, ergibt sich die Parallaxe der Capella. Peters findet für dieselbe $\pi = 0{,}046'' \pm 0{,}200''$, was auf eine Distanz von 4 484 000 Sonnenweiten führt. (Peters Rech. sur la parallaxe des étoiles fixes. 1848.)

Die Parallaxe von 1830 Groombridge ist lange der Gegenstand von Beobachtungen und Discussionen gewesen. Mit Uebergehung des gänz-

lich fehlerhaften Werthes $\pi = 1{,}08''$, den Faye dafür fand, gab O. Struve dieselbe nur zu 0,034″, Wichmann zu 0,181″ an. Die (48) Scheitelabstände, welche Peters in den Jahren 1842 und 1843 mit höchster Sorgfalt maass, ergaben für den Stern $\pi = 0{,}226''$, wahrscheinlicher Fehler: $\pm$ 0,141″. Dieser Parallaxe entspricht eine Entfernung von unserm Sonnensystem gleich 912 700 Erdbahnradien.

Die Parallaxe von ι Ursae majoris ist in den Jahren 1842 und 1843 ebenfalls von Peters in Pulkowa bestimmt worden. Sie beträgt 0,133″, wahrscheinlicher Fehler: $\pm$ 0,106″, und führt auf eine Distanz dieses Sternes, welche 1 550 900 Sonnenweiten gleichkommt.

Im Jahre 1863 hat Krüger, aus einer genauen Discussion seiner früher am Bonner Heliometer angestellten Beobachtungen, die Parallaxe von 70 p Ophiuchi abgeleitet und dafür gefunden:

$$\pi = 0{,}162'', \text{ wahrscheinlicher Fehler: } \pm\, 0{,}0071''.$$

Hieraus ergibt sich die Entfernung dieses Doppelsterns = 1 271 700 Sonnenweiten und die Masse desselben = 3,1 Sonnenmassen.

Derselbe Astronom hat ebenfalls die Parallaxen von Nr. 21 258 Lalande und Nr. 7415 Oeltzen bestimmt. Er findet für die erstere aus Vergleichungen mit zwei benachbarten Sternen:

$$\pi = 0{,}260'', \text{ wahrscheinlicher Fehler: } \pm\, 0{,}020''.$$

Die Parallaxe des letztgenannten Sterns ergab sich ebenfalls aus Vergleichungen mit zwei nahestehenden Sternen:

$$\pi = 0{,}247'', \text{ wahrscheinlicher Fehler: } \pm\, 0{,}0211''.$$

Bald nach Entdeckung der beträchtlichen Eigenbewegung des Sternes 21185 Lalande, hat Winnecke, nach Argelanders Aufforderung, in den Jahren 1857 und 1858 eine Reihe von Heliometermessungen behufs Ermittelung der Parallaxe dieses Sternes angestellt. Die Berechnung derselben ergab (Astr. Nachr. Nr. 1147) : $\pi = 0{,}511''$, wahrscheinlicher Fehler: $\pm$ 0,0152″, entsprechend einem Abstande von 403 650 Erdbahnradien.

Die Bestimmung der Parallaxe von 34 Groombridge (8. Grösse) ist der Gegenstand genauer Untersuchungen von Auwers am Gothaer Aequatoreale geworden, wobei die chronographische Beobachtungsmethode angewandt wurde. (Abh. d. Berl. Akad. 1868.) Die Beobachtungen erstrecken sich von 1863 Februar 10 bis 1866 Juli 28 und umfassen 79 Tage, an denen der Stern mit zwei anderen 7. und 8. Grösse verglichen wurde. Diese Sterne, welche eine nur unbeträchtliche Eigenbewegung zeigen (während diejenige von 34 Groombridge nach Auwers jährlich 2,801″ in der Richtung von 82,41° beträgt), müssen in bedeutender Entfernung angenommen werden. Als Endresultat fand sich die relative Parallaxe von 34 Groombridge zu 0,2916″ oder nach Hinzufügung von 0,015″ als dem wahrscheinlichen Mittel der Parallaxen der beiden Vergleichsterne zufolge der Untersuchungen von Peters:

$\pi = 0{,}307''$, wahrscheinlicher Fehler: $\pm$ 0,0254″.

Dieser Parallaxe entspricht eine Distanz von 671 900 Erdbahnhalbmessern. Die Beobachtungen, welche Auwers am Königsberger Heliometer über die Parallaxe des bereits oben angeführten Sterns Nr. 21258 Lalande angestellt, ergaben, mit dem von Krüger gefundenen Werthe sehr nahe übereinstimmend, die relative Parallaxe = 0,2622″ $\pm$ 0,0109″ und die absolute = 0,2709″.

Die relativen Parallaxen von Mizar und Alcor des grossen Bären, fanden sich mittels desselben Instruments gleich Null, aber die Parallaxe von α Canis minoris scheint, den Beobachtungen zufolge, eine messbare Grösse zu besitzen und liegt wahrscheinlich zwischen 0,15″ und 0,35″.

Stellt man die bis jetzt bestimmten Parallaxen, welche einige Sicherheit darbieten, zusammen, so hat man folgende Tafel:

Parallaxen und Distanzen von Fixsternen.

Namen des Sterns	Parallaxe	Distanz in Erdbahnradien
α Centauri	0,913″	224 500
61 Cygni	0,511	403 600
21185 Lalande	0,511	403 600
34 Groombridge	0,307	671 900
α Lyrae	0,261	790 900
21258 Lalande	0,260	793 300
7415 Oeltzen	0,247	835 100
1830 Groombridge . . .	0,226	912 700
α Canis majoris	0,193	1 068 800
70 p. Ophiuchi	0,162	1 271 700
ι Ursae majoris	0,133	1 550 900
α Bootis	0,127	1 624 000
γ Draconis	0,092	2 292 000
α Urs. minoris	0,076	2 714 000
α Aurigae	0,046	4 484 000

Neben der directen Messung hat man scharfsinnig versucht, auf indirectem Wege zur Kenntniss der Fixsternparallaxen zu gelangen. Von diesen Methoden wird diejenige, welche sich auf die Voraussetzung einer nahezu regelmässigen Ausstreuung der Sterne im Raume gründet, später, in dem Capitel von dem Baue des Himmels, eingehender behandelt werden. Dagegen muss hier in Kürze zweier anderer Methoden gedacht werden, die beide überhaupt nur bei Doppelsternen anwendbar sind, von denen aber bis jetzt in einigen wenigen Fällen nur die eine, in keinem einzigen die andere angewandt werden konnte.

Bezeichnet nämlich μ die Gesammtmasse eines Doppelsternsystems, t die Umlaufszeit und α die halbe grosse Axe der Bahn des Begleiters in Secunden, so ist die Parallaxe

$$\pi = \frac{\alpha}{\mu^{1/3}\, t^{2/3}}.$$

Setzt man die Masse $\mu = 1$, also der Sonnenmasse gleich, so ergibt sich aus der bekannten Umlaufszeit und scheinbaren Bahn des Doppelsterns dessen Parallaxe. Diese Voraussetzung ist gewiss unrichtig, allein der Einfluss des begangenen Fehlers auf den für die Parallaxe resultirenden Werth ist verhältnissmässig ein geringer. Berechnet man aus den Bahnen der Doppelsterne α Centauri, p Ophiuchi und α Canis maj. deren Parallaxen, so erhält man der Reihe nach die Werthe 0,86″, 0,22″ und 0,17″, die von den direct gemessenen allerdings nur wenig abweichen.

Eine andere, auf der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes beruhende Methode zur Ermittelung gewisser Fixsternparallaxen hat 1830 Savary angegeben. (Connaiss. des temps pour 1830). Sie wird sich erst in sehr später Zukunft und bei Doppelsternen von beträchtlichen Bahndimensionen praktisch realisiren lassen.

Wenn nämlich die Bahnebene des Begleiters nicht auf der Gesichtslinie zur Erde senkrecht steht, sondern gegen diese geneigt ist, so wird die scheinbare Bewegung des Begleiters eine Ungleichheit zeigen, die von der Verschiedenheit der Zeit herrührt, welche das Licht gebraucht, um die in den verschiedenen Punkten der Bahn ungleichen Distanzen von der Erde zu durchlaufen.

Bezeichnet a die halbe grosse, gegen die Erde gerichtete Bahnaxe in Bogensecunden, π die Parallaxe des Doppelsterns, so wird die Zeit, welche das Licht gebraucht, die Axe zu durchlaufen:

$$z = \frac{\sin 20{,}255''.a}{3{,}14159\,.\,\pi} = 0{,}00003126 \cdot \frac{a}{\pi}.$$

In diesem Zeitraume aber wird, wenn wir die Bewegung des Begleiters in einer zur Erde normalen Richtung und die Bewegung selbst im Perihel am schnellsten annehmen, die scheinbare Bewegung γ von der Erde aus gesehen in Bogensecunden

$$\gamma = \frac{z}{T} \cdot \frac{3{,}14159\,.\,2\,a}{1 - e},$$

wo T die Umlaufszeit des Begleiters in Jahren und e die Excentricität seiner Bahn ist. Substituirt man für z den oben gefundenen Werth, so erhält man

$$\gamma = \frac{0{,}0001964\, a^2}{\pi\,(1 - e)\, T} \quad \dots\dots\dots \quad 1)$$

Nennt man ferner die Masse des Doppelsterns M, so ist

$$a = \pi \,.\, T^{2/3} \,.\, M^{1/3}$$

und hieraus

$$\gamma = \frac{0{,}000196 \,.\, \pi \,.\, T^{1/3} \,.\, M^{2/3}}{1 - e} \quad \ldots \ldots \quad 2)$$

Nach diesen Formeln hat Struve in den Mensuris γ für fünf Doppelsterne berechnet. Ich führe die Resultate der Rechnung, wobei Bahnelemente zum Grunde liegen, die allerdings von den gegenwärtig angenommenen bedeutend abweichen, hier an. Diese Abweichungen haben indessen auf das Endresultat fast gar keinen Einfluss.

Namen des Doppelsterns	a	T	$1-e$	γ nach Formel 1)	γ nach Formel 2)
γ Virginis . . .	11,830″	513,3	0,113	$0{,}000474 : \pi$	$0{,}0139\ \pi \,.\, M^{2/3}$
Castor	8,086	252,7	0,242	$0{,}000210 : \pi$	$0{,}0051\ \pi \,.\, M^{2/3}$
σ Coronae . . .	2,928	200,0	0,423	$0{,}000020 : \pi$	$0{,}0027\ \pi \,.\, M^{2/3}$
ξ Ursae	2,290	60,5	0,596	$0{,}000029 : \pi$	$0{,}0013\ \pi \,.\, M^{2/3}$
p Ophiuchi . . .	4,392	80,3	0,533	$0{,}000088 : \pi$	$0{,}0016\ \pi \,.\, M^{2/3}$

Besitzt die Bahn eine Neigung und weicht die Lage der grossen Axe von der geraden Richtung zur Erde hin ab, so werden die Maxima des Effects der Lichtgleichung kleiner als die vorstehend berechneten.

Setzt man die Massen der Sonnenmasse gleich, also $= 1$, so ersieht man aus der letzten Columne die Grösse des mit π multiplicirten Ausdrucks für γ. Sollte $\gamma = \pi$ werden, so müssten die Massen bei ξ Ursae $= 21\,500$, bei p Ophiuchi $= 15\,650$ Sonnenmassen sein. Es ergibt sich sonach, dass wenn die Massen der Doppelsterne nicht sehr verschieden von der Sonnenmasse sind, π viel grösser als γ ist. Bei gleicher Wahrscheinlichkeit, dass die Doppelsternmassen die Masse der Sonne übertreffen, oder hinter ihr zurückstehen, folgt, dass die Hoffnung, Fixsterndistanzen aus Parallaxenmessungen zu erhalten, begründeter ist als die Aussicht, jene Entfernungen aus der Lichtaberration zu bestimmen. Dazu kommt, dass der Werth für γ aus der Beobachtung von Sternen mit langen Perioden viel sicherer hervorgeht, als aus kürzeren, so dass in dieser Hinsicht die Untersuchungen sich über Hunderte von Jahren erstrecken müssen, während die Wirkung der Parallaxe bloss in eine Periode von einem Jahre eingeschlossen ist (Struve, Mens. micr. p. CLXXII).

Wie gering auch bis heute noch unsere Kenntnisse von den Distanzen der Fixsterne sein mögen, wie wenig wir im Speciellen aus den gemessenen Abständen und Helligkeiten auf die mittleren absoluten Distanzen der Sterne der einzelnen Grössenclassen schliessen können, so ist doch nicht zu vergessen, dass alles, was wir in dieser Beziehung wissen, erst

die kostbare Errungenschaft der vier letzten Jahrzehnte ist. Wenn der Scharfsinn und Fleiss der Beobachter und die Vervollkommnung der Instrumente aber in demselben Maasse zunehmen, wie dies seit dem Beginne des gegenwärtigen Jahrhunderts der Fall war, so erscheint es nicht zweifelhaft, dass am Schlusse des zwanzigsten Säculums unsere Kenntnisse von den räumlichen Dimensionen des Fixsterncomplexes, dem wir zugetheilt sind, einen hohen Grad von wissenschaftlicher Gewissheit gewonnen haben werden.

Die Doppelsterne.

Bei dem Fortschreiten der beobachtenden und messenden Astronomie in die Tiefen der Himmelsräume, haben die Doppelsterne, jene Fixsternsysteme, in welchen zwei leuchtende Sonnen um einen gemeinsamen Schwerpunkt kreisen, die ersten sicheren Aufschlüsse darüber gegeben, dass das Gesetz der Massenanziehung, wie es Newton für unser Sonnensystem als gültig nachgewiesen, auch in den Tiefen des Weltenraumes regiert, und dort leuchtende Sonnen ganz ebenso um ihren gemeinsamen Schwerpunkt sich schwingen, wie in den engeren Räumen unserer planetarischen Welt die Planeten mit dem Centralkörper um den Gravitationsmittelpunkt unseres Systems sich bewegen.

Ehe William Herschel's Beobachtungen den thatsächlichen Nachweis einer Bewegung gewisser Doppelsterne um einander geliefert, und ehe die Wahrscheinlichkeitsrechnung gezeigt hatte, dass die Zahl der beobachteten Doppelsterne, diejenige, welche man bei zufälliger Ausstreuung der Fixsterne über das Himmelsgewölbe erwarten durfte, weit überstieg: war man, vom wissenschaftlichen Standpunkte aus, völlig in Unwissenheit über die engen Beziehungen je zweier Sonnen zu einander, wie sich uns dieselben später in den Binarsystemen offenbarten. Noch im Jahre 1761, also kaum 33 Jahre vor Herschel's Erörterungen über die Doppelsterne, hat der berühmte Geometer Lambert, den man nicht mit Unrecht zu den consequentesten Denkern des vergangenen Jahrhunderts zählt, sich entschieden gegen die physische Verbindung von je zwei nahe zusammenstehenden (Doppel-) Sternen ausgesprochen. In seinen „Cosmologischen Briefen" nimmt er zwei Sterne $2^1/_2$ mal so weit von einander entfernt an, als die Erde von der Sonne, und bemerkt: „Da sie gegen einander schwer sind, so müssten sie entweder schon längst zusammengefallen sein oder, da dies nicht der Fall ist, eine Kreisbewegung um ihren gemeinsamen Mittelpunkt haben. Diese Kreisbewegung müsste uns nothwendig durch

Fernrohre sichtbar werden, weil sie eine nicht gar lange Periode haben würde. Man müsste demnach eine beständige Veränderung in der Lage dieser Sterne wahrnehmen, der eine müsste bald vor, bald nach dem andern stehen. Von allem diesem bemerkt man nicht das Geringste und die Veränderung in der Lage der Fixsterne ist seit Hipparch's Zeiten bis auf unsere kaum zu erkennen. Hieraus folgere ich demnach nothwendig, dass solche Sterne einen sehr ungleichen Abstand von unserer Sonne haben müssen. Es ist leicht zu erachten, dass in der Milchstrasse alles wimmeln müsste, wenn die Sterne in derselben nicht in unbegreiflich langen Reihen hinter einander lägen. Eben dieses würde man auch an den nebelichten Sternen sehen." An einer andern Stelle der „Cosmologischen Briefe" heisst es: „Cassini hat es als eine Folge der jährlichen Parallaxe der Erde angesehen, dass der erste Stern im Widder zu gewissen Zeiten doppelt erscheint. Um dieses auszumachen, müsste man untersuchen, ob die Erscheinung alle Jahre wieder eintrifft, oder ob die verschiedene Durchsichtigkeit der Luft es nicht leidet, dass man diesen Stern beständig doppelt oder als wirklich zwei verschiedene Sterne sehen kann, und ob sie eine geänderte Lage unter sich haben. Eben dieses bleibt auch bei dem mittlern Sterne im Schwerte des Orion zu untersuchen, von welchem Huygens gefunden, dass er aus zwölf kleinen besteht. Auf diese Art würde sich ausmachen lassen, ob es in der That Fixsterne gibt, die sich in einem gemeinsamen Wirkungskreise befinden und in kurzer Zeit um den Mittelpunkt ihrer Schwere gehen? — Allein bis dieses ausgemacht ist, können Sie sicher bei ihrem System bleiben, weil ich nichts dergleichen erwarte — —." Man ersieht aus dem Angeführten, trotz der gegentheiligen Versicherung Arago's (in Annuaire pour 1842, p. 400), wie weit Lambert von der Vermuthung physisch verbundener Doppelsterne entfernt war. Richtigere Ansichten sprach (Philos. Trans. for 1767), fast gleichzeitig mit Lambert, John Michell aus, als er bemerkte, es sei „sehr wahrscheinlich, ja fast ganz gewiss, dass die doppelten und vielfachen Sterne, deren Componenten äusserst nahe bei einander erscheinen, eigene, unter der Einwirkung eines allgemeinen Gesetzes stehende Systeme bilden, in welchen die Sterne in der That einander sehr nahe sind." Michell gründete seine Behauptungen auf die Ergebnisse eines Wahrscheinlichkeitscalcüls, in welchem er von der Voraussetzung ausging, dass am Himmel 1500 Sterne von dem scheinbaren Glanze der Hauptsterne der Plejadengruppe vorkommen. Es fand sich eine Wahrscheinlichkeit von 500 000 : 1, dass die sechs hellsten Plejadensterne nicht durch bloss zufällige Ausstreuung so nahe bei einander stehen, als wir sie in der That erblicken. Trotz der Mangelhaftigkeit der numerischen Daten, welche Michell seiner Rechnung zum Grunde legte (indem die Anzahl der Sterne von gleicher Helligkeit wie die sechs Hauptsterne der Plejaden, beträchtlich grösser als 1500 ist), bleibt das von ihm abgeleitete allgemeine Resultat nichtsdestoweniger von grosser Bedeutung. Untersucht man, gestützt auf die genaueren Sternzählungen der Neuzeit, die Wahrscheinlich-

keit der Existenz von Doppelsternen innerhalb gewisser Winkelabstände von einander, so findet sich, wenn man (was der Wahrheit sehr nahe entspricht) für den Theil des Himmels bis zu 15° südlicher Declination in runder Zahl 40 000 Sterne 1. bis 8. Grösse annimmt, Folgendes:

Distanz	Zahl der optischen Doppelsterne	Distanz	Zahl der optischen Doppelsterne
0″ — 1″	0,007	0″ — 12″	1,073
0 — 2	0,030	0 — 16	1,908
0 — 4	0,119	0 — 24	4,292
0 — 8	0,477	0 — 32	7,630

Man würde hiernach also erst bei 12″ Distanz auf einen einzigen optischen Doppelstern zu rechnen haben, während aus den Beobachtungen Struve's hervorgeht, dass über 500 derselben innerhalb dieser Grenzen existiren. Uebrigens ist zu beachten, dass der Wahrscheinlichkeitscalcül, aus welchem die angegebenen Zahlenwerthe resultiren, doch nur unter gewissen Einschränkungen zu handhaben ist, indem er andernfalls in seinen Consequenzen zu dem Resultate leiten würde, dass der Fall, in welchem alle vorhandenen Sterne der zugezogenen Grösse, durchaus gleichförmig am Himmelsgewölbe vertheilt wären, absolut zufällig sein müsste, was natürlich durchaus unstatthaft ist.

Ganz unabhängig von Michell und nur an der Hand eigener Beobachtungen von etwa 100 Doppelsternen, deren meiste unter 32″ Distanz besitzen, kam schon vor 1778 der Mannheimer Astronom Christian Mayer auf die Vorstellung von Fixsterntrabanten, die er gegen die Einwürfe von Hell, Nic. Fuss und Anderen in seinen Schriften „Gründliche Vertheidigung neuer Beobachtungen von Fixsterntrabanten, Mannheim 1778", und „De novis in coelo sidereo phaenomenis in miris stellarum fixarum comitibus 1779", vertheidigte. Der bedeutende und zum Theil auch ganz berechtigte Widerstand, den Mayer mit seinen Fixsterntrabanten fand, die er in Distanzen bis zu 2° 55′ von gewissen Hauptsternen annehmen zu müssen glaubte, fällt chronologisch fast genau mit dem Beginne der Herschel'schen Doppelsternmessungen zusammen.

William Herschel's früheste Arbeiten auf dem Felde der Stellar-Astronomie reichen bis zum Jahre 1776 hinauf, in welchem er die Distanzen der vier Sterne des Trapezes im Orion mass; erst drei Jahre später begann er den Doppelsternen seine speciellere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Allein schon vier Jahr später waren die Messungen von über 450 mehrfachen Sternen vollendet und die Kataloge von 1782, 1785 und 1804 enthalten 846 nach Position und Distanz, scheinbarer Helligkeit und Farbe, bestimmte Doppelsterne. Schliesst man diejenigen von mehr als 32″ Di-

stanz aus, so enthalten die bezeichneten Kataloge W. Herschel's in vier Classen folgende Summen von Doppelsternen:

1. Classe	(0″ bis 4″ Distanz)	97	Doppelsterne
2. „	(4″ „ 8″ „)	102	„
3. „	(8″ „ 16″ „)	114	„
4. „	(16″ „ 32″ „)	132	„

Wenn William Herschel bei Beginne seiner Doppelsternbeobachtungen, einem alten Vorschlage Galilei's folgend, hauptsächlich auf Ermittelung von Fixsternparallaxen bedacht war; so hatte der geniale Mann doch schon bereits vor 1794 die wahre Stellung der Doppelsterne im Fixsternreiche klar erkannt und entwickelte im 93. Bande der Philos. Transact. mit der ihm eigenthümlichen, überzeugenden Klarheit, den ganzen Zusammenhang der Erscheinungen, welche die Binarsysteme für uns darbieten.

Wie auf allen übrigen, von ihm vorzugsweise gepflegten, Gebieten der Stellarastronomie, blieb Wilhelm Herschel während seines langen, der Wissenschaft geweihten Lebens, ohne Mitarbeiter auf dem Felde der Doppelsterne. Erst im Jahre 1813 begann Struve die mehrfachen Sterne zum Gegenstande besonderer Aufmerksamkeit zu machen; allein bei den mangelhaften Hülfsmitteln, die diesem Astronomen damals zu Gebote standen, waren die erhaltenen Resultate nur von minderer Bedeutung. Im Jahre 1819 wandte sich Sir John Herschel, im Besitze der schönen Instrumente seines Vaters, den Doppelsternen zu und bestimmte im Vereine mit James South, zum Theil in Passy bei Paris beobachtend, wiederholt die meisten derselben neu. (Phil. Trans. for 1824, 1826). Im Jahre 1834 versetzte er sein grosses zwanzigfüssiges Spiegelteleskop nach Feldhausen am Cap der guten Hoffnung und entdeckte dort, während eines vierjährigen Aufenthalts, fast 2100 südliche Doppelsterne, deren Distanzen und Positionswinkel genähert bestimmt wurden. Inzwischen war für die Untersuchung der Doppelsterne des nördlichen Himmels, nachdem Struve in den Besitz des grössten, von Fraunhofer selbst construirten Refractors gelangt war, eine neue Aera angebrochen. Im November 1824 kam der vierzehnfüssige Fraunhofer'sche Refractor nach Dorpat und sofort schritt Struve zur Ausführung seines grossen Planes, der, realisirt seit 1837, in dem grossen, für alle kommenden Zeiten als ein bewundernswürdiges Denkmal der wissenschaftlichen Thatkraft eines einzigen Mannes dastehenden Werke vorliegt, das den Titel führt: „Stellarum duplicium et multiplicium mensurae micrometricae per magnum Fraunhoferi Tubum annis a 1824 ad 1837 in Specula Dorpatensi institutae auctore F. G. W. Struve.“ Dieses Werk wird noch für die späteste Zukunft den Ausgangspunkt aller, die Doppelsterne betreffenden Untersuchungen bilden. Struve hat in der Einleitung die Geschichte des Werkes gegeben. Der Plan dieses berühmten Beobachters, dessen consequenter Durchführung auf dem ganzen Gebiete der Astronomie vielleicht nur Argelander's Mappirung der Fixsterne bis zu 9,5. Grösse an die Seite gestellt werden kann, war folgender:

1. Catalogisirung aller Doppelsterne innerhalb gewisser Distanzen und Grössen, bis zu 15° südlicher Declination.
2. Positionsbestimmung aller Sterne dieses Catalogs am Meridianinstrumente, zur Ableitung möglichst scharfer, mittlerer Oerter, welche die Erkennung der Eigenbewegung ermöglichen.
3. Mikrometermessungen, welche mit grösster Schärfe für eine mittlere Epoche die relativen Positionen der einzelnen Doppelsterne geben.
4. Bestimmung von Farbe und Glanz der Doppelsterne mit möglichster Schärfe.

Im Ganzen sind, in Ausführung dieses Planes, von Struve vier grössere Werke erschienen, von denen das letzte die genaueren Ortsbestimmungen der Centralsterne der Binarsysteme umfasst. Es erschien 1852 zu Petersburg unter dem Titel: „Stellarum fixarum imprimis compositarum positiones mediae, deductae ex obss. meridianis a. 1822 ad 1843 in specula Dorpatensi institutis. Das dritte Werk, dessen oben schon gedacht wurde, enthält hauptsächlich die Mikrometermessungen, Farbe- und Helligkeitsbestimmungen der Doppelsterne. Im Ganzen beruht dieses Werk auf 10 448 einzelnen Messungen, welche sich auf die Jahre 1824 bis 1835 in folgender Art vertheilen:

1824: 30	1830: 498
1825: 688	1831: 2169
1826: 58	1832: 1949
1827: 304	1833: 1153
1828: 1076	1834: 296
1829: 1611	1835: 616

Die Anzahl sämmtlicher Doppelsterne, von denen Struve Mikrometermessungen mittheilt, beläuft sich nach Abzug von 492, bei welchen der Begleiter unter 9. Grösse ist, oder die doppelt gezählt wurden, nicht wieder aufgefunden werden konnten, oder in weiterem Abstande als 32″ sich befinden, auf 2641. Struve hat sie in acht Classen unterschieden, je nach der scheinbaren Distanz der beiden Componenten, und zwar sind diese Classen folgende:

1. Classe.	Distanz	0″	bis	1″	5. Classe.	Distanz	8″	bis	12″
2. „	„	1	„	2	6. „	„	12	„	16
3. „	„	2	„	4	7. „	„	16	„	24
4. „	„	4	„	8	8. „	„	24	„	32

Bei den einzelnen Classen werden in den „Mensuris“ die Doppelsterne nochmals in „lucidae“ und „reliquae“ unterschieden, je nachdem der Begleiter heller als 8. Grösse ist oder darunter bleibt. Darnach hat man folgende Uebersicht der Struve'schen Doppelsterne:

Classe	Distanz	Dupl. lucidae	Dupl. reliquae
1	0″ bis 1″	62	29
2	1 „ 2	116	198
3	2 „ 4	133	402
4	4 „ 8	130	452
5	8 „ 12	54	298
6	12 „ 16	52	179
7	16 „ 24	54	429
8	24 „ 32	52	
	Summa	653	1 987

Unter der Annahme von 100 000 Sternen 1. bis 8. Grösse gelangt Struve, auf Grund eines Wahrscheinlichkeitscalcüls, zu folgenden Sätzen:

1. Alle Sterne der Classen 1 und 2, welche unter die Ordnung der „lucidae" gehören, sind physisch mit einander verbunden.
2. In den Classen 3 bis 6 sind weitaus die meisten physische Doppelsterne.
3. In den beiden Classen 7 und 8 sind ebenfalls die meisten „lucidae" physisch verbundene Partialsysteme.
4. Die Anzahl sämmtlicher physisch verbundenen Doppelsterne unter 32″ Distanz, ist, gegenüber den bloss optischen, so gross, dass, der Wahrscheinlichkeitsrechnung zufolge, unter 653 Systemen nur 48 optische anzunehmen sind.

Wendet man eine analoge Berechnungsweise auf die dreifachen Sterne an, so findet man, dass unter der obigen (viel zu hoch gegriffenen) Annahme von 100 000 Sternen 1. bis 8. Grösse, sich kein einziges optisches System von drei Sternen innerhalb 32″ Distanz finden könnte. Statt dessen gibt Struve folgendes Verzeichniss von dreifachen Sternen bis zur Grösse 8,2.

Nummer des Catalogs	Namen des Sterns	Helligkeiten	Distanzen	Bemerkungen
1196	ζ Cancri	5,0 5,7 5,5	1,1″ bis 5,4″	
1998	ξ Librae	4,9 5,2 7,2	1,2 „ 7,0	
919	11 Monocer.	5,0 5,5 6,0	2,5 „ 7,3	
262	ι Cassiop.	4,2 7,1 8,1	1,9 „ 7,6	
948	12 Lyncis	5,2 6,1 7,4	1,5 „ 8,7	
2737	ε Equulei	5,7 6,2 7,1	0,4 „ 10,9	
2872	P.XXII.11 12	7,2 8,0 8,0	21,3 „ 0,5	
2816	P.XXI. 248	6,3 7,9 8,0	11,7 „ 20,0	
848	Anonyma	7,3 8,0 8,2	2,3 „ 28,6	
748	ϑ Orionis	7,0 8,0 4,7 6,3	Innerhalb eines Kreises von 10″ Radius.	Bei Herschel I. vierfach, bei Struve fünffach.
245	σ Orionis	4,1 7,5 7,0	12,9″ bis 30,0″	Bei Herschel I. dreifach, bei Struve vierfach.

Ausser diesen, führt Struve noch weitere 57 dreifache Sterne auf, die weniger als 32″ von einander entfernt sind, bei denen aber wenigstens ein Begleiter schwächer als 8,2. Grösse ist; so wie fernere 59 dreifache Sterne, deren Distanzen im Maximum bis zu 112,3″ betragen. Im Ganzen finden sich in den „Mensuris“ Beobachtungen von 113 dreifachen, 9 vierfachen und 2 fünffachen Systemen.

Schon im Jahre 1836 war es Struve möglich, unter 2640 Doppelsternen viele aufzuzählen, bei welchen die Bewegung entweder bereits sicher constatirt oder mit grösserer oder geringerer Wahrscheinlichkeit vermuthet werden konnte. In den Mensur. microm. gibt er über diese Verhältnisse folgende Synopsis:

Classe	Distanz	Zahl d. Sterne in der betr. Classe	Anzahl der Sterne, bei welchen d. Bewegung sicher ist	d. Bewegung wahrscheinlich	d. Bewegung zu vermuthen	Summa der Bewegungen
1	0″ bis 1″	91	13	4	3	15
2	1 „ 2	314	10	6	5	15
3	2 „ 4	535	12	5	12	19
4	4 „ 8	582	7	9	14	17
5—6	8 „ 16	583	7	9	14	17
7—8	16 „ 32	535	9	6	18	18
		2640	58	39	66	101

Auf 2640 Doppelsterne kamen also 1836 bereits 101 mit erkannten Bewegungen, darunter die meisten in der 1. Classe der Distanzen.

Gegenwärtig hat sich die Zahl der Doppelsterne mit erkannter Bewegung mehr als versechsfacht, so dass, wenn man die Gesammtzahl aller, von den beiden Herschel, Struve, James South, Bessel, Dawes, Smyth, Dembowski u. A. entdeckter und beobachteter Doppelsterne (worunter 514 nicht in den Mensur. micr. enthaltene allein in Pulkowa, vgl. Str. Catalogue de 514 étoiles doubles etc. Petersb. 1843) auf 6000 veranschlagt, etwa $^1/_{10}$ davon, bereits Bewegungen gezeigt hat.

Nur in sehr wenigen Fällen hat freilich diese erkannte Bewegung bei einzelnen Paaren zu einer Bahnbestimmung des Begleiters um den als ruhend betrachteten Centralstern geführt. In den überwiegend meisten Fällen umfassen dagegen die Beobachtungen gegenwärtig noch einen zu kurzen Zeitraum, um einigermaassen Sicheres über die Bahnelemente abzuleiten. Die frühesten Berechnungen von Doppelsternbahnen lieferte (auf Arago's Veranlassung) der für die Wissenschaft zu früh verstorbene Felix Savary (Connaiss. des temps 1830) und zwei Jahre später Encke, der seine elegante Methode auf die Bahnberechnung von 70 *p* Ophiuchi anwandte. Die bis jetzt berechneten Bahnen sind weiter unten in den Erläuterungen zu dem Verzeichnisse der Doppelsterne mit erkannter Bewegung aufgeführt, hier stelle ich aus denselben nur die Umlaufszeiten der Begleiter zusammen.

1.	42 Comae	Nr. 1728	d.	Struve'schen	Catalogs	25,5	Jahre
2.	ζ Herculis	„ 2084	„	„	„	36,4	„
3.	Anonyma	„ 3121	„	„	„	40,0	„
4.	α Canis majoris	„ —	„	„	„	49,4	„
5.	ζ Cancri	„ 1196	„	„	„	58,3	„
6.	ξ Ursae majoris	„ 1523	„	„	„	63,1	„
7.	η Coronae	„ 1937	„	„	„	67,3	„
8.	α Centauri	—	„	„	„	77	„
9.	τ Ophiuchi	„ 2262	„	„	„	87,0	„
10.	*p* Ophiuchi	„ 2272	„	„	„	92	„
11.	λ Ophiuchi	„ 2055	„	„	„	95,9	„
12.	ξ Librae	„ 1998	„	„	„	105,5	„
13.	3210 Bradl.	„ 3062	„	„	„	112,6	„
14.	ω Leonis	„ 1356	„	„	„	133,4	„
15.	ξ Bootis	„ 1888	„	„	„	160,7	„
16.	γ Virginis	„ 1670	„	„	„	169,5	„
17.	δ Cygni	„ 2579	„	„	„	280,6	„
18.	XV. 74 Piazzi	„ 1938	„	„	„	458,7	„
19.	σ Coronae	„ 2032	„	„	„	478,0	„
20.	α Geminorum	„ 1110	„	„	„	996,8	„

Diese Umlaufszeiten können bezüglich ihrer Dauer zumeist denjenigen der äusseren Planeten unseres Sonnensystems verglichen werden.

Sicherlich wird die Zukunft indess weit bedeutendere Umlaufszeiten kennen lehren, sobald ein genügender Zeitraum verstrichen ist, um durch Verknüpfung weit auseinander liegender Beobachtungen ein sicheres Urtheil über die Revolutionsperiode zu gewinnen. Gegenwärtig müssen noch alle Umlaufszeiten von mehr als zwei Jahrhunderten als sehr unsicher bezeichnet werden.

Ueber die Farben der Doppelsterne ist in dem besondern Capitel, welches die Farben der Fixsterne behandelt, nach Struve das Wichtigere mitgetheilt worden.

In der nachstehenden Tabelle, welche die Struve'schen Doppelsterne mit erkannter Bewegung enthält, ist die Bezeichnung der Columnen folgende:

a Nummer des Struve'schen Catalogs.
b Namen des Hauptsterns.
c Rectascension } für 1826,0.
d Declination } für 1826,0.
e Mittlere Epoche der Mikrometermessungen.
f Distanz der Componenten in Bogensecunden.
g Positionswinkel.
h Helligkeit und Farbe des Hauptsterns.
i Helligkeit und Farbe des Begleiters.

Doppelsterne in Struve's Catal

a	b	c		d		e
2	Cephei 316	0h	0,0m	78°	45′	1830,85
13	„ 318	0	6,3	76	1	1831,50
73	Andromedae	0	45,6	22	41	1832,14
257		2	12,9	60	45	1830,53
333	ε Arietis	2	49,4	20	37	1830,16
412	7 Tauri	3	24	23	53	1830,38
460	Cephei 49	3	41,5	80	12	1830,89
881	4 Lyncis	6	6,5	59	26	1830,28
963	14 „	6	37,7	59	37	1830,88
1047		7	11,7	0	43	1831,54
1216		8	12,1	— 1	2	1831,24
1356	ω Leonis	9	20,3	9	44	—
1457		10	29,7	6	36	1827,72
1670	γ Virginis	12	32,8	— 0	29	—
1728	42 Comae	13	1,6	18	28	—
1819		14	6,8	3	57	1830,39
1863		14	32,2	52	23	1830,14
1866		14	33,3	10	16	1829,60
1937	η Coronae	15	16,1	30	56	—
2054	99 Draconis	16	21,6	62	5	1832,22
2055	λ Ophiuchi	16	22,1	2	22	—
2084	ζ Herculis	16	34,8	31	55	—
2315	452 „	18	18,1	27	19	1830,74
2729	4 Aquarii	20	42,1	— 6	17	1829,76
2872	P. XXII. 11. 12.	22	2,7	58	27	{1833,84 1833,63
2924		22	28,3	69	0	1831,76
3062	3210 Bradley	23	57,1	57	28	—
234		2	4,8	60	32	1831,55
278		2	24,0	68	33	1830,77
1457		10	29,7	6	36	1829,55
1832		14	10,4	4	42	1830,28
2384		18	38,6	66	58	1832,34
2402		18	41,6	10	30	1830,20
3121		9	7,5	29	20	—

it erkannter Bewegung.

sse.

f	g	h	i
0,810″	341,50°	6,3m gelb	6,6m intensiv gelb
0,532	124,02	6,6 gelblich weiss	7,1 gelblich weiss
0,847	307,80	6,2 goldfarbig	6,8 goldfarbig
0,600	164,93	7,2 gelblich weiss	7,7 gelblich weiss
0,547	188,87	5,7 weiss	6,0 weiss
0,692	269,92	6,6 gelblich	{ 6,7 gelblich 10,0 „
0,888	352,56	2,5 gelb	6,1 bläulich
0,815	88,97	6,4 weiss	7,9 weiss
0,897	51,51	5,9 goldfarbig	7,1 purpurroth
0,477	115,37	7,8 weisslich	8,2 weisslich
0,452	115,17	7,5 „	8,2 weisslich
—	—	6,2 röthlich	7,0 röthlich
0,621	287,40	7,6 gelblich	8,2 gelblich
—	—	3,0 „	3,0 „
—	—	6,0 gelb	6,0 „
0,985	84,90	7,9 „	8,0 „
0,655	109,75	7,1 gelblich weiss	7,4 gelblich weiss
0,917	19,20	8,2 gelblich	8,2 gelblich
—	—	5,2 gelb	5,7 gelber
0,903	7,43	5,7 gelblich	6,9 gelblich
—	—	4,0 gelb	6,1 bläulich
—	—	3,0 gelblich	6,5 röthlich
0,587	281,15	7,0 weiss	8,0 weiss
0,743	24,52	5,9 gelb	7,2 gelb
21,283	316,42	7,2 glänzend weiss	8,0 glänzend weiss
0,543	334,47	—	8,0 „ „
0,843	257,30	6,8 gelblich	7,3 gelblich
—	—	6,9 gelb	8,0 gelb
0,837	239,23	7,8 weiss	8,7 weiss
0,430	82,05	8,4 „	8,7 „
0,712	287,85	7,4 gelblich weiss	8,4 gelblich weiss
0,437	118,30	9,0	9,0
0,823	307,17	8,0 weiss	8,5 weiss
0,745	197,67	8,0 glänzend weiss	8,4 glänzend weiss
—	—	7,5 gelblich weiss	7,8 gelblich weiss

a	*b*	*c*	*d*	*e*
113	42 Ceti	1ʰ 11,0ᵐ	— 1° 25′	1831,61
138	P. I. 123	1 27,0	6 44	1830,23
162		1 38,6	47 2	1831,76
228	Andromedae 259	2 3,0	46 41	1831,46
262	ι Cassiopeiae	2 14,9	66 37	{1829,66 1829,85
314	85 Persei	2 40,6	52 15	1830,46
400		3 20,9	59 26	1829,94
566	2 Camelopard.	4 26,1	53 8	1829,79
577		4 30,5	37 9	1829,57
644		4 58,6	37 5	1828,60
694		5 13,4	24 48	1829,51
728	32 Orionis	5 21,4	5 48	1830,96
861		6 0,3	30 46	1830,95
945		6 28,1	41 8	1830,77
948	12 Lyncis	6 30,8	59 37	{1831,10 1831,10
1037		7 2,2	27 32	1830,42
1126	P. VII. 170	7 30,8	5 38	1829,43
1187	85 Lyncis	7 58,4	32 44	1829,50
1196	ζ Cancri	8 2,1	18 10	—
1322		9 3,2	17 13	1830,61
1331		9 7,2	62 4	1833,07
1333		9 7,7	36 5	1828,59
1338	157 Lyncis	9 9,9	38 55	1829,53
1348	116 Hydrae	9 15,2	7 3	1831,02
1386		9 40,6	69 43	1832,11
1504	P. X. 229	10 55,1	4 34	1829,13
1528	ξ Ursae	11 8,8	32 36	—
1646	191 Virginis	12 21,7	10 41	1830,07
1687	35 Comae	12 44,8	22 11	1829,99

asse.

f	g	h	i
1,245″	333,62⁰	6,2ᵐ weiss	7,2ᵐ weiss
1,467	20,00	7,3 gelblich weiss	7,3 gelblich weiss
{ 1,864	225,50	7,0 glänzend weiss	7,5 glänzend weiss
{ 20,000	179,20		9,3
1,080	262,14	6,7 weiss	7,6 weiss
1,862	276,68	4,2 gelb	7,1 } dunkelblau
7,626	107,30	—	8,1 }
1,457	295,45	6,9	7,1
1,527	282,57	7,0 gelblich weiss	8,0 bläulich weiss
1,585	311,40	5,1 gelb	7,4 bläulich
1,583	278,70	7,7	7,7
1,610	219,20	6,7 goldfarbig	7,0 röthlich blau
1,343	4,17	8,2	8,2
1,040	203,75	5,2 gelblich	6,7 gelblich
1,587	318,22	8,2	8,2 3faches System, ein Stern 7,8ᵐ 67,1″ davonstehend
1,057	249,00	7,1	8,0
1,532	153,70	5,2 grünlich weiss	6,7 grünlich weiss
8,670	304,20	5,2 „	7,4 bläulich
1,113	332,67	7,1 gelblich	7,1 gelblich
1,464	132,01	7,2 „	7,5 „
1,614	71,00	7,1 weiss	8,0 weiss
—	—	3fach, alle Sterne gelb,	aber in verschied. Grade
1,707	52,03	7,7 glänzend weiss	8,2 grünlich weiss
1,162	152,57	8,0 „ „	8,0 „ (dreifaches System)
1,420	39,40	6,6 „ „	6,9 grünlich weiss
1,762	121,14	7,0	7,2
1,097	334,30	7,5	7,6
1,983	296,00	8,2	8,2
1,076	275,68	7,5	7,6
—	—	4,0	4,9
1,188	202,04	7,5	7,8
1,432	25,30	5,0 gelblich	7,8 dunkelblau (dreifaches System)

a	b	c		d		e
1742		13ʰ	15,6ᵐ	2⁰	17′	1831,85
1875	ζ Bootis	14	32,8	14	29	1830,47
1938	μ Bootis	15	18,0	37	56	—
1998	ξ Librae	15	54,7	— 10	53	—
2032	σ Coronae	16	7,9	34	20	—
2171		17	20,7	— 9	50	1830,53
2199		17	35,0	55	53	1830,94
2267		17	56,0	40	11	1830,68
2281	73 Ophiuchi	18	0,8	3	58	1831,05
2289	417 Herculis	18	2,2	16	27	1829,96
2437		18	54,3	18	56	1830,79
2579	δ Cygni	19	39,5	44	43	—
2626		19	57,2	30	3	1831,12
2741	H. I. 97	20	52,9	49	47	1831,49
2799	20 Pegasi	21	20,5	10	21	1831,82
2825		21	37,6	0	6	1827,72
2847		21	48,8	— 4	19	1831,95
2912	37 Pegasi	22	21,1	3	33	1831,12
25		0	9,9	15	2	1831,82
148		1	34,1	62	56	1832,62
185		1	46,6	74	40	1831,95
208	10 Arietis	1	53,8	25	5	1833,05
269	P. II. 93	2	18,3	29	9	1832,36
380		3	12,5	8	6	1831,62
384		3	14,5	59	17	1830,57
438		3	33,3	22	12	1832,51
461		3	41,5	55	57	1832,21
536		4	13,7	— 5	6	1832,80
554	80 Tauri	4	20,3	15	16	1831,18
787		5	35,5	21	16	1832,92
826		5	50,2	— 1	20	1832,41
836		5	53,8	— 2	21	1832,49
936		6	24,6	58	14	1831,64
1051		7	6,0	73	25	1831,86
1081		7	13,9	21	47	1828,93

asse.

f	*g*	*h*	*i*
1,297″	351,10°	7,4ᵐ gelblich	7,9ᵐ gelblich
1,189	309,17	3,5	3,9
—	—	6,7 grünlich weiss	7,3 grünlich weiss
—	—	dreifach: 4,9ᵐ, 5,2ᵐ, 7,2ᵐ	—
—	—	5,0 gelblich	6,1 bläulich
1,617	75,67	7,5 gelblich weiss	7,6 gelblich weiss
1,667	116,37	7,2 gelblich	7,8 gelblich
1,410	234,17	8,0 weiss	8,0 weiss
1,543	259,73	5,7 „	7,2 „
1,200	243,12	6,0 gelb	7,1 bläulich
1,086	80,84	7,8 weiss	8,0 weiss
—	—	3,0 grünlich	7,9 aschfarben
1,173	121,67	8,0	8,2
1,930	35,83	6,0	7,3
1,352	332,88	6,6 gelblich	6,6 gelblich
1,093	100,17	8,0 „	8,2 „
1,214	296,56	7,6 „	8,0 „
1,160	112,63	5,8 weiss	7,2 weiss
1,673	192,67	8,5	8,5
1,357	130,45	8,4	9,0
1,393	40,30	7,0	8,5
1,980	25,17	6,2 gelb	8,4 aschfarben
1,903	340,40	7,5 „	9,8 „
1,200	90,13	8,3	9,3
1,930	267,50	7,8 goldfarbig	9,0 dunkelblau
1,703	241,37	8,5	10,5
1,224	104,74	8,0 gelb	10,6
1,782	152,45	8,1 glänzend weiss	8,7 glänzend weiss
1,737	12,90	6,5 glänzend gelb	9,0
1,380	78,47	8,1 glänzend weiss	8,5 glänzend weiss
1,840	115,47	8,2 weiss	9,2 weiss
1,930	27,83	8,3	10,8
1,607	254,90	7,0 gelb	8,7 blau
1,220	268,42	6,5	8,6 (dreif. System)
1,333	216,10	7,8 glänzend weiss	8,5 glänzend weiss

II.

a	b	c		d		e
1243		8^h	$24{,}8^m$	2^0	11′	1830,90
1593		11	54,5	— 1	27	1829,26
1643		12	18,5	28	0	1830,36
1757	P. XIII. 127	13	25,4	0	35	1831,78
1771		13	32,0	70	39	1831,09
1879		14	37,8	10	23	1829,99
1908		14	58,0	35	9	1832,54
1957		15	27,6	13	29	1831,10
1959		15	28,1	35	20	1831,58
2006		15	57,2	59	25	1830,95
2023		16	5,9	5	58	1832,41
2153		17	13,6	49	28	1831,33
2356		18	31,5	28	34	1831,42
2403	203 Draconis	18	42,1	60	53	1832,21
2434	P. XVIII. 274	18	53,8	— 0	58	1831,58
2464		19	1,0	11	38	1830,36
2488		19	8,0	19	47	1829,04
2645		20	4,5	51	11	1831,74
2696		20	24,8	4	53	1831,06
2929		22	33,5	20	33	1830,78
2989		23	4,6	19	2	1832,18
2262	τ Ophiuchi	17	53,4	— 8	10	—
2737	ε Equulei	20	50,3	3	37	1833,39

III.

a	b	c		d		e
59	P. O. 181	0	38,0	50	29	1832,33
91	160 Ceti	0	58,3	— 2	40	1831,89
182		1	44,5	60	26	1832,20
202	α Piscium	1	53,0	1	55	1831,16
227	ι Trianguli	2	2,4	29	29	1830,97
280		2	25,3	— 6	26	1831,16
299	γ Ceti	2	34,2	2	29	1832,48
323		2	43,4	5	43	1830,00
389		3	16,4	58	45	1831,00

ısse.

f	g	h		i	
1,987″	221,40⁰	8,0ᵐ		10,3ᵐ	
1,427	18,17	8,3		8,3	
1,948	71,22	8,4		8,7	
1,544	20,97	7,7		8,9	
1,717	70,63	7,8		8,5	
1,183	67,27	7,8	gelblich	8,8	gelblich
1,460	137,23	8,2		9,2	
1,410	163,12	7,9		9,6	
1,713	241,07	8,7		10,2	
1,610	204,53	7,5	gelblich	9,2	(dreif. System)
1,547	235,95	8,0	„	9,0	gelblich
1,887	281,77	8,6	„	9,1	gelblich
1,030	47,13	8,0	„	9,0	„
1,867	258,70	6,2	gelb	9,0	blau
1,930	80,50	8,4		10,3	(dreif. System)
1,357	19,17	8,2		10,5	
1,293	318,53	8,5		9,7	
1,493	136,93	8,0	glänzend weiss	8,3	glänzend weiss
1,060	298,92	8,0		8,4	
1,223	187,83	8,2	gelblich weiss	9,2	
1,473	141,97	8,5		9,9	
—	—	5	gelblich	5,7	gelblich
10,856	78,07	5,7	„	7,1	hell aschfarben

asse.

f	g	h		i	
2,192	144,97	7,2	glänzend weiss	8,1	glänzend weiss
3,860	328,83	6,7	gelblich	7,5	weiss
3,563	302,00	7,0	gelblich, weiss	7,0	gelblich weiss
3,636	335,72	2,8	grünlich weiss	3,9	blau
3,598	77,86	5,0	gelb	6,4	„
3,767	349,77	7,5	gelblich	7,7	gelblich
2,590	287,36	3,0	„	6,8	aschfarben
2,547	283,17	8,0	glänzend weiss	8,0	glänzend weiss
2,805	61,82	7,0	weiss	8,0	röthlich

III

a	b	c	d	e
425	H. II. 52	3h 29,1m	33° 34′	1830,16
622	P. IV. 258	4 49,1	1 23	1832,09
742	380 Tauri	5 26,1	21 54	1830,22
774	ζ Orionis	5 32,1	— 2 4	1831,22
796	P. V. 225	5 38,7	31 44	1830,79
919	11 Monocer.	6 20,3	— 6 55	1831,23
1009	H. I. 69	6 51,9	53 1	1830,34
1029		6 59,4	— 4 23	1833,67
1146	5 Navis	7 39,8	— 11 46	1831,83
1177	H. I. 11	7 54,9	28 3	1828,27
1273	ε Hydrae	8 37,6	7 4	1830,60
1334	38 Lyncis	9 7,8	37 32	1829,17
1365	134 Hydrae	9 22,8	2 15	1830,02
1424	γ Leonis	10 10,4	20 44	1831,51
1460	172 Ursae	10 30,3	43 4	1830,07
1536	ι Leonis	11 14,8	11 29	1832,01
1552	90 „	11 25,6	17 46	1829,94
1596	2 Comae	11 55,4	22 26	1829,54
1695	417 Ursae	12 48,6	55 2	1832,13
1763	81 Virginis	13 28,4	— 6 56	1830,34
1777	84 „	13 34,6	4 26	1828,77
1785		13 41,2	27 49	1830,12
1788	P. XIII. 238	13 45,8	— 7 12	1831,38
1877	ε Bootis	14 37,4	27 49	1829,39
1910	P. XIV. 279	14 59,1	9 54	1832,08
1954	δ Serpentis	15 26,4	11 7	1833,07
2021	49 „	16 5,2	13 59	1832,70
2130	μ Draconis	17 1,8	54 42	1832,22
2161	ρ Herculis	17 17,5	37 21	1830,35
2323	39 Draconis	18 21,3	58 42	1833,20
2375	75 Tauris Pon.	18 36,8	5 18	1829,10
2382	ε Lyrae	18 38,6	39 30	1831,44
2383	5 „	18 38,6	39 26	1831,44
2576		19 38,8	33 12	1831,80
2603	ε Draconis	19 48,7	69 49	1832,44

isse.

f	g	h	i
2,873″	104,60°	7,3m glänzend weiss	7,3m glänzend weiss
2,643	179,90	8,2	8,2
3,313	246,23	7,2 gelblich	7,8
2,347	151,30	2,0 gelb	5,7 olivenfarben
3,596	61,16	6,9	8,0 bläulichweiss
2,463	101,73	5,5	6,0
2,940	159,18	6,7 glänzend weiss	6,8 glänzend weiss
2,082	23,37	7,4 „ „	8,1 „ „
3,328	17,54	5,3 gelblich	7,4 blau
3,512	354,75	6,5 glänzend weiss	7,4 hellaschfarben
3,206	195,58	3,8 gelb	7,8 blau
2,697	240,22	4,0 hellgrün	6,7 „
3,082	162,82	7,0 gelblich	8,0 hellblau
2,500	103,36	2,0 goldfarben	3,5 rothgrün
3,312	168,70	8,1	8,1
2,193	92,38	3,9 gelblich	7,1 blau
3,014	209,40	6,0	7,3 hellbläulich
3,730	240,62	6,0	7,5 blau
3,260	289,10	6,3	8,2 aschfarben
2,685	39,02	7,5 glänzend weiss	7,5 glänzend weiss
3,394	235,38	5,8 gelb	8,2 blau
3,487	164,43	7,2	7,5
2,366	54,04	6,7	7,9
2,642	320,98	3,0 stark gelb	6,3 stark blau
3,803	209,17	7,0 gelblich weiss	7,0 gelblich weiss
2,662	197,28	3,0 „ „	4,0 aschfarben
3,199	316,69	6,7	6,9
3,234	205,10	5,0	5,1
3,000	307,22	4,0 grünweiss	5,1 weisslich grün
3,141	5,91	4,7 gelblich weiss	7,7 hellbläulich
2,236	108,12	6,2	6,6
3,634	26,02	4,6 grünlich weiss	6,3 bläulich weiss
2,573	155,17	4,9 glänzend weiss	5,2 glänzend weiss
3,597	318,80	7,8 gelb	7,8 gelb
2,790	354,53	4,0 „	7,6 blau

a	b	c		d		e
2716	49 Cygni	20h	34,0m	31°	40′	1830,61
2780		20	42,4	5	45	1830,27
2767		21	2,6	19	16	1830,40
2797		21	18,4	12	58	1830,37
2804	29 Pegasi	21	24,9	19	58	1831,62
2909	ζ Aquarii	22	19,8	— 0	55	1832,61
3001	ο Cephei	23	11,6	67	9	1832,84
3049	σ Cassiopeiae	23	50,1	54	48	1833,19
3050	37 Andromedae	23	50,7	32	47	1832,65
105		1	7,5	65	16	1832,25
117	ψ Cassiopeiae	1	13,6	67	14	1831,04
158		1	36,7	32	18	1833,11
249		2	10,6	43	48	1831,11
276		2	23,4	5	33	1830,68
371		3	6,8	46	23	1831,20
375		3	10,2	23	4	1832,97
407		3	21,8	— 11	43	1833,00
477		3	50,2	41	21	1830,18
481		3	51,6	27	38	1832,19
483		3	52,6	38	59	1830,52
489		3	54,2	— 7	32	1831,06
517		4	7,2	0	2	1830,98
521		4	8,5	49	34	1830,20
608		4	42,5	51	49	1831,22
620		4	48,6	13	40	1831,12
685		5	10,2	50	15	1831,02
712	H. I. 53	5	17,3	2	46	1831,16
727		5	21,3	44	38	1830,89
821		5	47,3	29	36	1830,23
850		5	58,8	— 3	58	1832,49
867		6	1,5	17	26	1831,23
932		6	24,3	14	53	1830,53
942		6	26,9	23	49	1830,89
950	15 Monocer.	6	31,1	10	3	1831,80
991		6	46,6	25	12	1830,54

Klasse.

f	g	h		i	
2,736″	49,42°	6,0m	gelb	8,1m	blau
3,430	339,20	7,8	gelblich weiss	7,9	weiss
2,463	30,57	7,8	glänzend weiss	8,2	glänzend weiss
3,183	213,27	6,7	„ „	8,2	aschfarben
2,900	316,90	7,3		8,0	
3,458	355,28	4,0	grünlich weiss	4,1	grünlich weiss
2,353	174,97	5,2	glänzend gelb	7,8	glänzend blau
3,012	323,47	5,4	grün	7,5	„ „
3,780	191,03	6,0	gelblich	6,0	gelblich
2,863	186,17	8,5		9,7	
3,010	253,32	8,9		9,5	(dreif. System)
2,133	246,20	8,3		8,8	
2,283	194,73	7,0	glänzend weiss	9,0	aschfarben
2,292	253,32	8,8		8,8	
3,350	74,70	8,3		10,3	
2,035	317,52	8,0		10,1	
2,333	38,97	8,2	gelb	10,7	
2,980	213,43	8,3		9,3	
2,223	106,63	7,2	glänzend gelb.	10,8	(dreif. System)
2,803	11,63	8,0		9,5	
3,287	195,07	8,5		8,7	
3,637	13,07	7,5		9,2	
2,017	252,80	7,2	glänzend gelb	9,3	aschfarben
3,870	115,53	7,8		9,2	
3,590	226,30	8,4	gelblich weiss	9,4	
2,030	315,28	8,2	gelb	10,0	
3,080	45,40	7,0	glänzend weiss	9,0	
2,177	56,67	8,0	gelb	9,5	
2,170	12,33	8,0		9,8	
2,087	15,80	8,5	gelblich	10,2	
2,240	156,27	7,0	gelblich weiss	8,5	
2,427	341,70	8,2		8,3	
3,293	244,13	9,0		9,2	
2,760	208,66	6,0	grün	8,8	blau
3,793	172,37	8,0	glänzend weiss	9,0	bläulich

a	b	c		d		e
1008		6^h	$51{,}1^m$	26^0	51′	1830,93
1014		6	55,3	26	25	1830,23
1032		7	0,8	48	48	1831,30
1043		7	3,9	— 0	25	1831,87
1049		7	5,3	— 8	40	1830,53
1076		7	11,9	4	23	1828,85
1104		7	21,2	— 14	38	1831,88
1109		7	23,4	— 0	10	1831,87
1119		7	27,1	34	6	1829,58
1123		7	30,1	33	46	1829,59
1175		7	53,2	4	38	1831,24
1186	11 Cancri	7	58,3	28	1	1828,26
1192		8	1,0	61	0	1832,00
1202	P. VIII. 13	8	4,2	11	22	1829,55
1225		8	16,9	51	45	1831,25
1345		9	12,9	65	2	1832,83
1377	P. IX. 11	9	34,4	3	25	1830,24
1394		9	46,2	46	42	1828,34
1398		9	47,4	69	36	1832,07
1431	H. I. 29	10	16,4	9	39	1832,56
1450	49 Leonis	10	25,8	9	31	1830,76
1465		10	33,0	45	30	1829,32
1578		11	44,5	4	38	1831,70
1621		12	7,1	6	35	1830,32
1716	427 Virginis	12	55,9	9	35	1831,09
1796		13	52,9	37	48	1832,33
1820		14	7,1	56	8	1831,95
1823		14	7,4	11	8	1830,00
1842		14	18,2	4	28	1828,86
2026		16	6,3	7	49	1830,94
2036		16	10,9	72	57	1832,28
2045		16	18,0	61	55	1832,35
2060		16	25,3	57	7	1830,73
2097		16	38,5	36	4	1829,63
2120	210 Herculis	16	57,1	28	20	1833,25

lasse.

f	g	h		i	
2,383″	270,17°	8,0m		10,0m	
2,090	32,23	8,7		8,7	
2,547	100,53	7,0		10,3	
2,393	248,30	8,8		8,8	
3,630	34,90	8,0	gelblich weiss	9,8	
2,710	106,70	8,7		8,7	
2,350	292,45	6,7		8,3	
3,370	15,13	8,8		8,8	
2,890	349,97	8,0		9,3	
3,660	162,73	8,8		9,5	
2,368	204,60	7,8	gelblich	9,7	bläulich
3,176	218,84	7,1		10,4	
2,883	256,07	6,8		10,5	(dreif. System)
2,357	335,93	7,7		9,8	
3,483	194,23	8,5		8,5	
2,782	84,02	8,5		10,1	
3,317	142,20	7,9	gelblich	11,1	
3,747	237,10	8,3	„	9,3	
3,657	229,00	7,5		10,7	
3,197	65,90	8,0		9,7	gelblich weiss
2,392	161,12	6,0		8,7	bläulich
2,243	14,37	8,5		8,8	gelblich weiss
3,010	170,50	9,2		10,9	
3,440	124,02	8,8		10,8	
2,602	151,35	8,1		10,9	
2,447	196,23	8,5		10,0	
2,403	46,67	8,2	gelblich	8,5	gelblich
3,347	156,07	8,5		9,5	
2,837	10,90	8,7		8,7	
2,542	345,92	8,6	gelb	9,1	gelb
2,010	235,27	8,8		10,3	
2,470	183,13	8,0	gelblich weiss	9,2	
3,667	246,17	9,0		9,0	
2,143	89,87	8,5		8,7	
3,445	3,80	6,4	gelb	9,2	glänzend blau

III.

a	b	c	d	e
2156		17h 15,0m	— 0° 39′	1830,79
2205		17 36,9	17 49	1830,87
2239		17 44,8	28 18	1830,75
2252		17 50,2	2 3	1831,34
2284		18 1,2	65 57	1832,81
2285		18 1,2	13 31	1830,30
2298		18 7,0	41 22	1831,52
2303	15 Scuti	18 10,7	— 8 2	1831,20
2360		18 31,9	20 47	1831,07
2400		18 41,2	16 5	1831,16
2451		18 58,8	51 19	1831,31
2484		19 6,7	18 48	1831,76
2492	23 Aquilae	19 9,6	0 44	1830,20
2503		19 13,0	— 7 24	1829,41
2513		19 16,2	2 5	1829,06
2666	172 Cygni	20 11,8	40 12	1831,16
2668	176 „	20 13,7	38 52	1831,14
2674 } 2675 }		20 14,6	12 47	{ 1830,71 1829,62 1829,62
2676		20 15,4	26 35	1831,50
2711		20 32,4	29 53	1831,43
2731		20 42,5	39 9	1830,84
2837		21 45,0	82 8	1832,30
2842		21 46,4	63 13	1832,17
2845		21 47,5	62 16	1832,49
2958	263 Pegasi	22 48,0	10 55	1831,18
2977		22 59,0	60 30	1833,23
2981		23 0,4	— 9 47	1830,51
3037		23 37,5	59 30	1832,16
3060		23 56,8	17 7	1830,52
3111		19 18,0	21 30	1832,49
3130		18 49,5	44 1	1833,37
133	219 Andromedae	1 22,8	34 57	1833,04

lasse.

f	g	h		i	
3,273″	32,33°	8,3^m	gelblich weiss	9,0^m	gelblich weiss
2,517	291,00	8,3	glänzend weiss	8,7	glänzend weiss
2,233	318,33	8,5		9,0	
3,773	22,87	8,0		8,3	
3,675	193,70	7,6	gelblich	9,2	aschfarben
3,460	338,73	8,2	gelblich weiss	10,0	
2,390	185,50	8,5		9,7	
3,224	216,40	6,7	gelblich	9,2	
2,527	5,73	7,5		8,7	aschfarben
2,850	304,20	8,1	gelb	10,6	
2,603	58,07	8,7		9,0	
2,504	218,42	7,4	gelbweiss	8,9	
3,382	11,15	5,5	gelb	9,5	blau
2,550	280,20	8,3		9,3	
2,233	313,03	8,2	gelblich weiss	8,8	gelblich weiss
2,733	241,97	6,5	glänzend weiss	8,7	bläulich
3,303	293,57	7,0	gelblich weiss	9,2	aschfarben
2,530	335,10	8,0		9,5	
15,515	1,30	8,0		10,7	
75,585	105,58	8,0		8,0	
2,190	173,80	7,8	gelblich	10,0	
2,530	222,47	8,0		9,0	
3,960	86,10	7,7		10,8	
2,160	321,33	8,5		9,0	
3,167	102,22	8,4		11,0	
2,160	169,00	8,2	gelblich	8,3	gelblich
3,913	6,83	7,2	glänzend weiss	9,5	
2,190	335,07	6,8	gelb	10,7	
3,613	112,43	8,8		8,8	
2,705	214,00	7,0	glänzend gelb	8,5	blau (3fch. System)
3,930	110,50	8,5		8,7	gelblich
2,543	120,13	9,0		9,3	
2,695	262,90	7,4		11,1	
{ 2,993	179,13	7,0	gelb	10,5	
{ 4,760	346,13	10,8		10,8	
{ 29,083	199,47	7,0	gelb	10,8	

III.

a	b	c	d	e
344		2^h $55{,}1^m$	84^0 $0'$	1833,23
1846	φ Virginis	14 19,4	— 1 26	1829,74
2599		19 46,2	22 31	1829,79
2846		21 47,8	44 58	1833,90

IV.

a	b	c	d	e
46	55 Piscium	0 30,8	20 29	1830,22
61	65 „	0 40,5	26 47	1832,13
155		1 35,0	8 34	1830,60
422	P. III. 98	3 28,3	0 2	1832,75
470	32 Eridani	3 45,6	— 3 27	1833,15
479	P. III. 213	3 50,6	22 42	1831,69
716	118 Tauri	5 18,6	25 0	1829,63
880		6 5,8	10 37	1829,88
918		6 19,9	52 34	1829,26
982	38 Geminorum	6 44,9	13 24	1829,24
1066	δ „	7 9,6	22 17	1839,72
1110	α „	7 25,5	32 16	—
1224	υ' Cancri	8 16,5	25 5	1830,76
1263		8 33,7	42 19	1835,36
1298	σ^4 Cancri	8 50,7	32 55	1831,16
1306	σ^2 Ursae	8 55,0	67 50	1832,14
1346	21 „	9 13,2	54 44	1830,99
1362		9 21,1	73 51	1831,76
1474		10 39,1	— 14 21	1831,67
1487	54 Leonis	10 46,1	25 42	1830,35
1543	57 Ursae	11 19,7	40 17	1831,91
1669	58 Corvi	12 32,3	— 12 1	1828,66
1807		14 2,2	— 2 29	1831,01
1813	H. N. 98	14 4,6	6 15	1829,81
1864	π Bootis	14 32,5	17 11	1830,32
1888	ξ „	14 43,3	19 49	—
1965	ζ Coronae	15 32,8	37 11	1829,70
1985	H. II. 85	15 47,1	— 1 38	1831,95
2264	95 Herculis	17 54,1	21 35	1829,90

lasse.

f	g	h		i	
2,530″	145,00°	8,9ᵐ		9,7ᵐ	
3,728	108,82	5,2	gelb	9,7	
3,907	48,63	7,8	glänzend weiss	9,5	
3,252	269,32	8,5	gelb	10,3	

lasse.

f	g	h		i	
6,367	192,73	5,0	glänzend gelb	8,2	glänzend blau
4,450	298,97	6,0	gelblich	6,0	gelblich
4,600	332,82	7,5		7,9	
6,130	232,23	6,0	goldgelb	8,2	blau
6,697	347,27	4,0	gelb	6,0	„
7,414	128,50	7,0		7,9	(dreif. System)
4,894	196,78	5,8		6,6	bläulich weiss
5,417	53,43	8,0	gelblich	8,0	gelblich
4,450	322,43	6,7		7,7	
5,736	174,88	5,4	gelblich	7,7	bläulich
7,145	196,90	3,2	„	8,2	röthlich
—	—	2,7	grünlich	3,7	grünlich
5,838	37,27	6,0		7,1	
9,59	9,3	7,6	gelblich weiss	8,2	
4,604	137,79	6,1	glänzend weiss	8,2	glänzend blau
4,585	263,55	5,0	grünlich	8,2	
5,688	310,96	7,0		8,0	bläulich
4,923	137,27	7,0		7,0	
6,378	196,14	7,7		8,0	(dreif. System)
6,175	102,80	5,0	grünlich weiss	7,0	blau
5,373	10,70	5,2		8,2	aschfarben
5,443	298,90	6,5	gelblich weiss	6,5	gelblich weiss
7,083	25,77	7,8	„ „	8,0	„ „
4,760	191,00	8,0		8,1	
5,831	99,20	4,9		6,0	
—	—	4,7	gelb	6,6	purpurroth
6,002	300,86	4,1	grünlich weiss	5,0	grünlich weiss
5,420	326,57	7,0	gelblich weiss	8,1	aschfarben
6,062	261,75	4,9	grünlich gelb	4,9	grünlich gelb

IV

a	b	c		d		e
2272	70 *p* Ophiuchi	17^h	$56{,}6^m$	2^0	33′	—
2276	H. III. 56	17	57,6	12	2	1830,09
2534	H. II. 69	19	21,3	36	10	1830,84
2725	H. II. 66	20	38,1	15	16	1829,80
2822	μ Cygni	21	36,2	27	59	1831,63
2863	ξ Cephei	21	58,5	63	46	1831,77
2944	H. II. 57	22	38,7	— 5	8	1832,98
2946		22	41,7	39	35	1831,68
2995		23	7,4	— 2	33	1830,51
3008	P. XXIII. 69	23	14,7	— 9	25	1830,89
75		0	46,1	12	35	1831,88
87		0	56,3	14	28	1829,85
99	φ Piscium	1	4,4	23	40	1832,06
108	194 Andromedae	1	8,9	36	28	1830,76
124		1	17,8	— 14	47	1831,59
130		1	21,8	69	1	1832,08
169		1	39,7	69	12	1832,25
225		2	1,5	53	24	1831,74
273		2	22,3	17	36	1830,87
293		2	31,6	56	18	1830,87
295	84 Ceti	2	32,3	— 1	24	1831,90
345		2	55,2	77	51	1831,93
462		3	42,7	51	50	1831,71
504		4	1,3	67	8	1830,58
516	39 Eridani	4	6,0	— 10	43	1831,72
546	H. II. 54	4	17,0	18	42	1830,66
583	H. II. 81	4	32,2	0	38	1832,10
619		4	48,0	50	0	1830,23
625	H. II. 53	4	49,4	58	36	1831,22
631		4	53,0	— 13	46	1831,72
654	ϱ Orionis	5	4,2	2	41	1832,05
689		5	11,6	67	46	1831,61
811		5	43,1	30	28	1829,23
854		5	59,5	5	48	1832,37
860		6	0,3	24	55	1832,62

asse.

f	g	h	i
—	—	4,1ᵐ gelb	6,1ᵐ purpurroth
6,840″	257,93⁰	6,0 gelbweiss	7,0 gelblich weiss
6,753	62,03	7,8 glänzend weiss	8,0 glänzend weiss
4,237	358,03	7,3	8,0 aschfarben
5,557	114,55	4,0	5,0 bläulich weiss
5,600	288,90	4,7 gelblich	6,5 blau
4,120	246,95	7,0 "	7,5 (dreif. System)
5,050	253,10	8,0	8,0
4,563	26,67	7,7	8,0
7,540	273,33	7,0 gelblich	8,0 aschfarben
4,822	275,28	8,6 "	10,6
6,557	193,03	8,0 "	8,5
7,980	227,52	4,7 glänzend gelb	10,1 blau
5,913	61,93	7,0 glänzend weiss	9,8 aschfarben
7,083	232,20	8,2 gelblich	10,2
7,493	187,73	8,0 "	9,0 aschfarben
5,110	132,30	8,5 "	11,0
5,693	78,13	8,0	11,2
6,867	358,27	7,7	8,7
6,607	57,50	8,5	11,7
4,855	334,62	6,0 gelb	9,2 aschfarben
6,510	79,60	8,0 "	9,8 "
7,792	319,77	9,0	10,7
6,717	261,93	8,5	10,0
6,347	153,90	6,0 gelb	9,0 blau
6,847	188,10	7,7 gelblich	9,5
5,705	328,22	7,8	9,4
5,407	105,97	8,7	8,7
4,437	114,73	8,2 gelb	9,8
5,413	104,83	7,2	8,7
7,055	63,47	4,7 gelb	8,5 blau
5,723	323,90	8,0	10,0
5,083	229,87	8,0	9,5
5,552	322,38	8,4	10,0
5,654	359,20	8,3	9,9

a	b	c	d	e
946	P. IV. 194	6h 29,8m	59° 37′	1830,58
966		6 38,1	40 9	1831,91
986		6 45,4	9 44	1828,20
1021		6 57,6	38 45	1831,56
1045		7 4,2	— 2 53	1831,21
1060		7 8,0	— 8 58	1831,20
1099		7 19,9	11 55	1832,22
1114		7 24,3	9 42	1830,88
1133		7 34,0	— 3 38	1831,20
1178		7 55,2	— 12 43	1831,20
1201		8 3,4	10 6	1831,57
1212		8 7,2	31 21	1829,26
1237		8 21,5	9 3	1831,23
1264		8 33,7	— 7 47	1828,89
1316		8 59,1	— 6 27	1832,88
1317		8 59,7	15 55	1829,85
1378		5 34,4	75 25	1832,71
1404		9 55,2	— 0 48	1830,45
1425		10 10,9	47 1	1829,69
1467		10 34,9	45 52	1831,34
1534		11 12,8	19 11	1830,76
1724	δ Virginis	13 0,9	— 4 36	1830,32
1798		13 55,4	79 14	1832,48
1805		14 1,3	4 50	1832,38
1830		14 10,1	57 29	1830,89
1870		14 34,6	8 47	1829,97
1934		15 11,4	44 28	1830,88
1943		15 19,0	5 58	1833,04
1947		15 21,6	39 8	1831,27
1953		15 24,4	6 5	1831,04
1982		15 44,1	43 19	1831,56
1984		15 46,5	53 25	1830,72
2072		16 30,6	48 2	1830,83
2103		16 41,8	13 33	1830,47
2165	281 Herculis	17 19,4	29 36	1832,16

sse.

f	g	h		i	
4,197″	133,47°	7,2ᵐ		9,0ᵐ	blau
5,113	112,27	8,2	gelblich	10,2	
5,203	167,23	8,3		8,8	glänzend weiss
4,093	12,00	8,8		9,7	
5,873	226,87	7,8		9,0	aschfarben
6,750	22,67	8,2		9,2	
4,007	343,37	8,4		9,0	glänzend weiss
6,523	53,60	8,5		9,0	
4,353	108,33	8,3		9,3	
4,790	330,10	9,0		9,0	
6,417	179,87	8,0		9,7	
5,443	233,67	8,2		9,7	
5,403	177,00	9,0		11,8	
5,783	269,73	9,0		9,0	
6,780	146,33	8,2		11,5	(dreif. System)
7,593	59,43	8,0		9,8	
5,025	1,52	8,5		10,2	
6,112	292,78	8,7		9,3	
4,790	1,77	8,8		9,5	
4,207	295,30	8,0	gelb	10,7	
4,837	340,65	8,0	„	11,2	
7,073	343,97	4,0		9,0	
7,133	16,30	7,5	gelblich weiss	9,3	
4,537	30,50	8,4		8,5	
4,840	264,00	8,5	gelblich	9,8	
4,070	230,63	7,8	gelblich weiss	10,7	
5,297	45,13	8,5		8,5	
5,277	153,27	8,5		9,0	
6,757	27,90	8,3		8,7	
6,540	255,10	8,7		9,8	
4,682	301,17	8,7		8,9	
6,530	273,80	6,2		8,5	
5,047	184,65	8,6		9,7	
5,673	36,57	5,2	bläulichweiss	10,0	
6,710	45,72	7,0	gelblich	8,5	aschfarben

IV.

a	b	c	d	e
2221	337 Herculis	17^h $40{,}3^m$	39^0 26′	1831,11
2263	H. II. 90	17 53,9	26 34	1830,75
2310		18 13,3	22 45	1830,78
2345		18 28,1	20 55	1832,25
2385		18 38,8	16 48	1829,29
2394		18 39,8	41 54	1829,24
2441		18 55,7	31 11	1830,34
2455		18 59,5	21 54	1828,77
2514		19 16,7	67 21	1832,67
2539	H. II. 99	19 25,2	27 54	1830,69
2681		20 18,0	52 50	1831,24
2736		20 48,4	12 18	1830,96
2815		21 32,2	56 48	1832,43
2877	P. XXII. 33	22 5,6	16 21	1828,95
2880		22 5,9	58 52	1833,09
2895		22 12,6	24 3	1830,09
2910		22 20,0	22 40	1832,14
2925		22 29,0	5 0	1830,04
2975		22 54,5	43 8	1831,45
2976		22 59,0	5 39	1828,43
3116	33 Monocer.	6 13,4	— 11 42	1831,16
3132		19 20,7	19 52	1830,27
1758		13 25,5	49 56	1832,14
3038		23 37,8	61 41	1833,83

V.

a	b	c	d	e
60	η Cassiopeiae	0 38,5	56 53	1832,58
205	γ Andromedae	1 53,3	41 30	1830,02
668	β Orionis	5 6,3	— 8 25	1831,53
686		5 10,4	23 51	1830,36
1622	2 Canum	12 7,2	41 36	1832,16
1633	55 Comae	12 11,8	28 0	1831,40

sse.

f	g	h		i	
7,520″	352,10°	6,9ᵐ	glänzend gelb	10,1ᵐ	
7,270	161,80	8,2		9,2	
4,973	233,77	7,0	glänzend weiss	10,3	
7,383	185,15	8,4		10,1	
4,277	36,83	8,3	gelblich	10,7	
6,643	201,50	8,7	„	9,2	
5,220	291,93	7,7	„	9,3	
4,927	144,47	7,2	glänzend weiss	8,3	
7,393	277,03	9,0	gelblich	11,3	
5,357	5,25	7,9	glänzend weiss	9,7	
6,600	41,77	7,3		10,8	(2 Sterne noch in der Nähe)
5,104	218,48	7,5		8,7	
7,315	81,55	8,2	gelblich	10,0	
7,632	316,45	6,4	gelb	9,6	blau
4,417	351,67	7,5	„	9,4	aschfarben
4,847	6,13	8,5	„	10,0	
5,297	347,23	8,3		8,8	
7,065	3,65	8,7		9,5	
7,440	50,67	7,3		10,5	
{ 7,940	262,07	8,3	gelblich	10,2 }	dreif. System
{ 15,887	177,68	8,3	„	8,8 }	
4,480	19,20	6,2	glänzend weiss	10,4	
7,463	40,00	8,8		10,3	
4,207	311,40	8,0		8,2	
4,363	274,97	9,0		9,5	

asse.

f	g	h		i	
9,746	88,59	4,0	gelb	7,6	purpurroth
10,332	62,44	3,0	goldfarben	5,0	blau
9,137	199,77	1,0	gelblich weiss	8,0	
9,188	219,89	7,9		8,1	
11,417	259,64	5,7	glänzend goldfarb.	8,0	blau
8,745	245,11	7,1		7,2	glänzend weiss

V.

a	b	c		d		e
1645		12^h	$19{,}2^m$	45^0	44′	1832,38
1999	H. II. 21	15	54,7	— 10	57	1831,14
2486	6 Cygni	19	7,5	49	31	1832,48
2816	H. III. 71	21	33,4	56	42	1832,94
1		0	0,0	36	15	1828,84
45	63 Cassiopeiae	0	29,5	46	1	1829,45
164		1	39,0	33	12	1832,60
175		1	41,5	20	15	1830,12
189		1	47,6	18	7	1829,52
471	ε Persei	3	46,2	39	30	1832,59
487		3	52,9	— 10	59	1831,40
506		4	2,6	69	59	1830,60
596		4	38,0	— 12	17	1831,15
651		5	1,6	— 7	18	1829,67
675		5	7,6	— 5	50	1830,50
683		5	9,7	25	0	1827,84
856		5	59,7	7	5	1831,17
1061	λ Geminorum	7	8,0	16	51	1829,86
1073		7	11,5	10	31	1830,19
1136		7	36,5	65	22	1830,65
1162		7	47,6	13	41	1829,53
1173		7	51,5	17	26	1830,23
1478		10	41,6	25	23	1829,20
1512		10	58,4	63	27	1831,69
1572		11	37,7	54	16	1831,81
1698		12	49,3	75	36	1831,58
1712		12	54,8	10	24	1828,77
2076		16	31,8	0	12	1832,09
2145		17	9,4	26	45	1830,99
2192	315 Herculis	17	33,2	29	20	1833,45
2413		18	44,7	3	9	1830,04
2548		19	29,3	24	38	1830,73
2656	250 Aquilae	20	7,0	7	19	1827,52
2667		20	11,9	45	5	1830,82

Classe.

f	g	h	i
10,443″	161,48°	7,0m gelblich weiss	7,5m gelblich weiss
10,469	102,26	7,4	8,1 „ „
10,460	224,83	6,0	6,5
11,658	120,14	6,3 gelblich	7,0 (dreif. System)
9,455	286,55	8,5	10,0
8,790	82,95	7,0 gelblich	10,7
9,527	95,80	8,7	9,0
10,435	327,90	8,2 glänzend weiss	8,5 glänzend weiss
8,520	269,57	8,7	9,8
8,808	9,25	3,1 grün	8,3 hellblau
{ 11,927	8,73	8,7	9,2 } dreif. System
{ 21,730	237,37	8,7	10,3 }
9,647	290,27	9,0	9,2
11,120	280,85	8,0 gelblich weiss	10,2
10,815	101,75	8,0	10,0
9,263	4,53	8,8	9,0
12,133	80,13	7,8	10,0
10,280	47,43	8,3 gelblich	10,5
9,560	30,93	3,2 blaugrün	10,3
8,680	64,65	8,0	10,0
11,613	248,53	7,5 glänzend gelb	11,0
9,017	329,53	7,8 gelblich weiss	9,7
9,810	50,10	8,0	9,7
8,760	347,35	8,5	11,0
9,410	50,65	8,0	8,5
10,475	288,25	8,5	10,0
10,310	109,50	8,2	8,7
8,575	336,62	9,0	9,4
9,097	328,73	8,7	9,8
9,795	174,25	8,0 gelblich weiss	9,5
10,416	88,44	7,5 gelblich	9,9
9,547	199,00	8,2	8,7
9,260	100,85	8,0	9,0
9,923	232,30	7,0 gelblich	11,7
8,075	225,70	8,2 glänzend weiss	8,5 glänzend weiss

V

a	b	c	d	e
2699		20^h $27{,}2^m$	— 13° 17′	1829,87
2706		20 31,9	— 1 43	1828,63
2708	H. II. 87	20 32,0	38 1	1832,63
2824	ϰ Pegasi	21 36,8	24 52	1831,56
2833		21 43,0	8 14	1829,56
2866		22 0,9	39 49	1832,13
2941		22 37,5	18 21	1830,07

VI

a	b	c	d	e
231	66 Ceti	2 3,9	— 3 15	1832,61
570	H. III. 100	4 27,1	— 16 7	1830,73
753	26 Aurigae	5 27,3	30 24	1828,61
785		5 35,3	25 51	1830,74
1065	20 Lyncis	7 9,0	50 28	1830,55
1625		12 8,0	81 6	1832,24
1744	ζ Ursae	13 17,0	55 51	1830,63
1821	ϰ Bootis	14 7,2	52 37	1832,50
2280	100 Herculis	18 0,6	26 5	1831,72
2690	H. III. 16	20 22,9	10 41	1831,26
2758	61 Cygni	20 59,0	37 54	1831,70
2998	94 Aquarii	23 9,9	— 14 24	1830,90
23		0 8,4	— 0 38	1832,13
32	49 Piscium	0 21,8	15 4	1831,43
41		0 26,0	38 12	1833,11
86	H. III. 75	0 56,1	— 6 23	1832,22
254		2 11,9	22 49	1831,75
296	ϑ Persei	2 32,4	48 30	1832,20
329		2 47,9	58 19	1830,71
497		3 59,4	8 0	1829,98
607		4 42,5	25 8	1831,09
613		4 46,3	43 51	1830,92 / 1831,77
629		4 52,0	83 13	1832,77
633		4 54,1	63 22	1831,31

Classe.

f	g	h		i	
9,565″	119,20°	8,0^m		9,0^m	
10,807	33,65	8,2		10,8	
11,252	351,72	7,0	gelb	8,7	blau
11,008	308,52	3,9	gelblich	10,8	
8,827	341,47	7,2	„	10,0	
9,027	53,33	8,8		11,3	
8,733	270,47	7,5	gelblich	10,2	

Classe.

f	g	h		i	
15,540	228,92	6,0	gelblich	7,8	blau
12,770	258,93	7,0		8,0	bläulich
12,343	268,02	5,8	gelb	8,0	„
13,810	348,60	6,7		7,7	bläulich weiss
15,036	253,41	6,6	glänzend weiss	6,8	glänzend weiss
14,280	218,77	6,5	„ „	7,0	„ „
14,368	147,60	2,1	grünlich weiss	4,2	grünlich weiss
12,597	337,71	5,1	„ „	7,2	bläulich
13,847	182,90	5,9	„ „	5,9	grünlich weiss
14,190	256,27	7,0		7,2	
15,632	97,16	5,3	gelb	5,9	gelb
13,367	345,15	5,2	gelbweiss	7,2	blau
13,303	0,48	7,6	gelblich	9,9	
13,676	107,88	6,8		10,6	
15,817	188,63	8,3	gelb	11,5	
12,123	171,03	8,0		8,7	
13,330	334,15	8,5	gelb	10,0	
15,400	294,60	4,2	„	10,0	
15,945	271,70	7,5		9,0	
14,325	263,30	8,5	gelblich	10,7	
14,213	249,93	9,0		10,8	
19,833	106,53	7,7		8,7	
15,835	18,80	8,7		11,7	
13,160	342,12	8,2		11,2	
12,283	342,37	6,7		10,3	

VI.

[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1831,21
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	— [illegible]	[illegible]	1829.41
[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1829.74
[illegible]		7	[illegible]	45	[illegible]	1829.73
[illegible]		[illegible]	[illegible]	— [illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]		[illegible]	[illegible]	— [illegible]	[illegible]	1830.71
[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible] Leonis	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	4	1831.56
[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]		[illegible]	[illegible]	7	[illegible]	1829.64
[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]		21	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1833.05
[illegible]		22	[illegible]	6	[illegible]	[illegible]
[illegible]		22	[illegible]	[illegible]	17	1829.75
						1831.42
[illegible]	[illegible]	5	[illegible]	— 2	43	1831.20
						1831.20

VII

10		0	5,6	61	53	1832,06
100	ζ Piscium	1	4,6	6	39	1832,83
136	100 „	1	25,6	11	40	1831,47
924	20 Geminorum	6	22,1	17	54	1830,00
1263	H IV 111	8	40.2	15	29	1829.23
1321		9	2.3	53	26	1832.96
1657	24 Comae	12	26.2	19	21	1830,03
2202	61 Ophiuchi	17	35.9	2	40	1827,37
2308	41 Draconis	18	31,1	79	58	1832,95
2420		18	51,9	12	41	1829,40
2840	147 Cephei	21	46,0	55	0	1832,60
54		0	34,8	32	36	1830,30

Classe.

f	g	h		i	
15,870″	72,55°	8,2m	gelblich weiss	9,0m	
12,737	87,50	5,8	glänzend goldfarb.	11,0	
12,090	38,05	8,7		9,5	
15,465	165,90	8,5		9,0	
15,520	357,30	8,2		10,2	
13,340	285,55	7,2	gelb	9,7	
12,380	140,25	9,0		9,0	
12,437	284,53	8,5	gelb	9,3	
15,305	319,90	6,4	„	8,4	blau
13,005	179,85	7,5		9,0	
13,190	173,53	9,0		10,0	
15,410	282,85	7,5		9,0	
12,420	134,37	8,2	gelblich	8,7	bläulich
15,130	100,30	8,2		10,7	
14,087	347,72	8,5	gelblich	10,5	
12,273	169,03	8,5		8,7	
14,297	273,80	9,0		10,5	
11,005	236,52	4,1		10,3	
12,857	84,50	4,1		7,5	
30,033	230,82	7,0	aschfarben	7,5	

Classe.

f	g	h		i	
17,683	176,55	7,5		8,2	
23,456	63,72	4,2		5,3	
16,028	78,84	6,9		8,0	
20,012	209,80	6,0	gelblich weiss	6,9	gelblich weiss
16,457	123,33	7,0		8,0	
20,100	48,45	7,4	gelb	7,4	gelb
20,422	271,94	4,7	glänzend gelb	6,2	blau
20,545	94,07	5,5		5,8	
20,622	235,63	5,4		6,1	
16,887	79,77	6,8	rothgelb	8,2	aschfarben
20,012	194,06	6,0	grünweiss	7,0	hellblau
17,495	195,70	9,0		10,2	

VII.

a	b	c		d		e
69		0^h	43,5	82°	44′	1832,23
84	26 Ceti	0	54,8	0	26	1832,94
101	H IV 77	1	5,0	— 8	34	1832,22
197		1	50,8	34	27	1833,48
241		2	7,5	73	20	1831,78
321		2	43,2	58	9	1830,71
418		3	25,2	74	48	1831,45
542		4	15,1	45	52	1830,73
545		4	17,0	17	48	1830,80
571	H III 95	4	27,5	— 3	56	1830,74
579		4	31,5	22	23	1831,49
649	H IV 43	5	0,2	— 8	55	1831,90
817		5	45,6	6	59	1830,50
878		6	5,1	62	28	1831,30
891	P VI 56	6	10,0	12	23	1830,53
901		6	15,5	10	36	1829,21
1341		9	10,6	51	20	1830,98
1351	23 *h* Ursae	9	17,8	63	48	1830,61
1496		10	49,0	14	13	1828,53
1594		11	54,6	42	21	1831,93
1636	17 Virginis	12	13,5	6	16	1829,26
1664		12	29,4	— 10	32	1830,23
1704	44 Virginis	12	50,6	— 2	52	1830,63
1847		14	19,5	— 9	21	1829,81
1893		14	48,8	30	12	1832,40
1894	18 Librae	14	49,6	— 10	24	1831,09
1961		15	28,5	44	8	1830,65
2096	19 Ophiuchi	16	38,3	2	23	1832,14
2115	192 Herculis	16	53,6	15	11	1830,70
2194	P XVII 200	17	33,9	24	37	1831,06
2234		17	43,4	— 7	55	1831,92
2253		17	50,3	14	41	1829,53
2268		17	56,1	25	22	1829,70
2330		18	23,2	13	4	1829,28
2337		18	25,0	— 14	50	1829,60

Classe.

f	*g*	*h*		*i*	
21,445″	359,82°	8,5m		9,7m	
16,047	252,00	6,6		9,0	aschfarben
21,333	339,35	7,5	gelb	9,8	
18,333	233,60	7,3	„	8,3	aschfarben
19,755	282,60	8,5		10,0	
18,420	19,70	8,5	gelb	9,0	
16,097	61,80	8,5		9,2	
21,223	102,20	8,2	gelblich	9,7	
19,127	57,04	7,5		9,3	
17,843	258,67	6,3	glänzend gelb	11,0	
16,485	30,15	8,5	rothgelb	10,7	
21,592	80,80	7,0		8,7	blau
18,480	72,37	8,2		8,3	gelb
16,190	311,70	7,2	gelb	11,0	
21,901	292,23	7,7		10,7	
20,007	247,50	7,7		9,5	
21,090	267,28	8,5		8,5	
22,810	272,45	3,8	weisslich grün	9,0	aschfarben
18,957	352,82	8,0		10,0	
16,955	165,00	8,7		10,5	
19,317	336,73	6,2	weiss grün	9,0	
17,100	271,63	7,7	gelb	8,0	blau
21,290	53,02	6,0		11,2	
18,727	248,45	8,5		9,8	
21,602	260,99	8,4		10,0	
19,452	38,76	6,0	gelb	10,2	
21,555	56,00	8,7		9,0	
22,253	92,58	6,0		9,3	aschfarben
19,130	238,39	5,7	glänzend weiss	10,5	
16,127	9,37	6,2	gelb	8,5	aschfarben
16,236	199,68	8,6		9,3	
18,065	80,45	7,5	gelblich	10,2	
18,125	218,20	8,0	gelblich weiss	9,0	
20,313	176,93	7,3		9,0	
16,403	297,43	7,8		8,8	bläulich

VII.

a	b	c		d		e
2424	11 Aquilae	18ʰ	50,9	13°	25′	1831,31
2515		19	17,1	31	26	1829,20
2533		19	21,1	— 0	46	1831,95
2567	H IV 132	19	36,0	12	0	1829,63
2743	59 f Cygni	20	53,8	40	51	1831,86
2779		21	6,7	28	23	1828,81
2865		22	0,3	69	22	1833,38
80	P O 251	0	50,5	— 0	91	1833,68
93	α Ursae minoris	0	59,3	88	23	1834,14
1132		7	33,6	— 3	7	1829,40

VIII.

a	b	c		d		e
88	ψ′ Piscium	0	56,3	20	32	1832,11
1540	83 Leonis	11	18,0	3	58	1832,71
1575	H IV 49	11	43,0	9	46	1832,58
1919	H N 62	15	5,0	19	58	1832,21
1972	π′ Ursae minoris	15	39,3	81	1	1832,60
2241	ψ Draconis	17	45,5	72	14	1832,34
2456		18	59,7	38	15	1829,43
2580	χ Cygni	19	39,7	33	21	1832,70
2893		22	9,8	72	28	1833,58
3127	δ Herculis	17	7,8	25	3	—
36	51 Piscium	0	23,3	5	59	1833,20
132		1	22,5	16	3	1829,87
289	33 Arietis	2	30,5	26	18	1831,71
447		3	36,6	37	49	1830,59
610	7 Camelopard	4	43,3	53	27	1831,57
735		5	24,4	— 6	38	1831,15
858		5	59,5	11	41	1830,52
1142		7	38,7	13	51	1829,47
1230		8	18,6	17	25	1829,18
1261		8	32,5	— 11	20	1831,90
1281		8	38,7	0	40	1833,48
1285		8	41,4	21	31	1830,89

Classe.

f	g	h		i	
18,663″	241,63°	5,7m	grünlich weiss	9,2m	aschfarben
18,740	18,30	7,5	gelblich weiss	9,8	
23,163	212,18	7,2	glänzend weiss	9,0	
18,073	315,67	7,7	„ „	9,5	
20,230	352,42	4,7	grünlich weiss	9,0	blau
19,225	189,45	8,5	gelblich	8,5	gelblich
16,365	175,15	8,5		9,0	
18,260	300,07	7,0	gelb	8,2	blau
18,234	210,06	2,0	„	9,0	
19,257	237,87	8,1		8,7	

Classe.

f	g	h		i	
29,897	160,32	4,9		5,0	
29,580	150,02	6,3		7,3	
30,603	209,82	7,0	gelblich	8,0	
24,822	10,19	6,1	gelblich weiss	7,0	
30,150	82,96	6,1		7,0	gelblich
30,887	15,13	4,0		5,2	
29,073	13,63	8,2		8,2	
25,750	73,36	5,1	glänzend gelb	8,1	bläulich
28,832	348,65	5,5	gelblich	7,6	
—	—	3,0	grün	8,1	hellaschgrau
27,423	82,35	5,0		9,0	aschfarben
24,250	5,40	7,0	gelb	10,0	
28,543	359,40	5,8	gelblich	8,7	
26,463	178,30	7,8	„	9,0	
25,647	238,32	4,2		11,3	
30,925	355,25	8,5		9,0	
24,060	340,07	7,8		8,3	
24,362	275,87	8,0	gelblich	10,4	
28,000	194,15	8,3		10,0	
29,840	301,87	7,5	gelblich	10,2	
25,022	329,64	7,8		8,9	gelblich weiss
26,410	338,85	9,0		9,7	

VIII.

lasse.

f	g	h		i	
27,460″	329,47°	8,5^m		9,2^m	
28,665	198,39	6,7	gelblich	9,0	bläulich
29,623	250,83	7,7	„	10,3	
30,345	203,70	7,7		9,5	
30,493	218,75	8,0		8,7	
29,883	241,35	3,8	gelb	9,5	
26,907	11,97	5,7		8,5	
27,525	295,67	7,9		9,5	
31,623	273,88	6,5		9,3	
30,327	36,43	7,3	glänzend gelb	9,7	
32,836	82,73	5,9		6,8	
33,073	350,33	7,8		8,3	
32,070	183,22	6,9	gelblich	7,7	aschfarben
34,584	308,96	7,4	gelbweiss	8,1	hellblau
34,042	348,57	4,5	gelblich	7,9	
32,597	211,61	6,3		7,0	gelbweiss

Bemerkungen zu dem vorstehenden Verzeichnisse.

I. Classe.

412. Die beiden Herschel und South erkannten nur den entferntern Begleiter des Hauptsternes; erst Struve fand im Dorpater Refractor unter Anwendung einer 600fachen Vergrösserung, dass der Hauptstern wiederum aus zwei Componenten besteht. Die Distanz und Position des entferntern Begleiters, gibt Struve im Mittel aus vier Messungen an:

1830,92 22,407″ 63,02°

Eine Veränderung in der Stellung ist bis jetzt noch nicht nachweisbar. Dagegen findet sich solche für den nähern Begleiter. Mädler findet für 1844,07 : Positionswinkel $p = 262{,}48^{0}$. 1838,85 : Distanz $d = 0{,}5554''$.

Wäre diese Veränderung von p gleich der mittlern, so würde die Umlaufszeit des Begleiters 535,71 Jahre betragen.

1356. Zu den schwierigsten Doppelsternen gehörend. Herschel gibt folgende Bestimmungen, in welchen d' den Abstand der Ränder der Scheiben beider Sterne, in Theilen des Durchmessers des kleinern, bezeichnet:

1782,87 $p =$	$110{,}9^{0}$, $d =$	$^1/_4\ d'$
1795,30	—	$^1/_2\ d'$
1804,09	130,88	$1\ d'$

Als Struve den Doppelstern 1833 mittels 1000facher Vergrösserung untersuchte, hatte der Abstand bis zu 0,447″ abgenommen, während der Positionswinkel auf 172,80° gewachsen war. Im Jahre 1841 zeigte der Dorpater Refractor nur noch eine längliche Gestalt dieses Doppelsternpaares und im folgenden Jahre beobachtet Mädler an demselben Instrumente die centrale Bedeckung.

Die Bahnelemente dieses Doppelsternes sind:

Umlaufszeit	133,35 Jahre.
Zeit des Perihels	1876 Juni 9.
Perihel vom Knoten	217° 21,7′
Knoten	111 51,3
Neigung	57 14,0
Excentricität	0,3605
Halbe grosse Axe	0,954″

(Berechner: Klinkerfues.)

1670. Dieser Stern gehört zu den am frühesten beobachteten Doppelsternen, indem bereits 1718 Pound und Bradley Beobachtungen der Distanz (und Position) lieferten; doch gab erst Herschel genauere Resultate.

Die frühesten Beobachtungen Struve's über dieses Sternpaar datiren vom Jahre 1822. Während Sir John Herschel im Jahre 1835 am Cap der guten Hoffnung mit seinem zwanzigfüssigen Spiegelteleskope den Stern nur einfach erblickte, wurde derselbe im Dorpater Refractor unter 1000facher Vergrösserung meist deutlich getrennt, stets aber mindestens länglich gesehen. Im Mittel aus drei Beobachtungen fand Struve für:

$$1836{,}41 \quad p = 151{,}57^0, \; d = 0{,}257''$$

Die bereits früher von demselben Beobachter vermuthete Lichtveränderung einer der beiden Componenten, bestätigte sich in den Jahren 1834 und 1835 vollkommen, indem statt völlig gleicher Helligkeit, im Frühlinge 1835 ein Helligkeitsunterschied von $^1/_2$ Grössenclasse constatirt wurde. Dembowski fand beide hellgelb wie Struve, aber 1868 beobachtete er eine mehr grünliche Farbe, vergleichbar α Geminorum (Astr. Nachr. Nr. 1806). Seine Messungen ergaben:

	d	p
1854,91	d = 3,315″	p = 172,33⁰
1856,40	3,608	170,42
1863,33	4,085	165,90
1864,76	4,131	164,43
1867,05	4,230	163,62
1868,28	4,310	163,37

Die Bahnelemente dieses interessanten Doppelsternes sind:

Umlaufszeit	169,48 Jahre.
Zeit des Perihels	1836 April 11.
Perihel vom Knoten	79⁰ 4,3′
Knoten	62 8,7
Neigung	25 25,4
Excentricität	0,8806
Halbe grosse Axe	3,863″

(Berechner: Mädler.)

(Vergl. Thiele, Untersøgelse af γ Virginis. Kopenh. 1866.)

1728. Die Veränderung im Positionswinkel ist ziemlich rasch. Nach Mädler hat man:

$$1851{,}32 \quad p = 194{,}98^0; \quad 1843{,}20 \quad d = 0{,}39''.$$

In den Jahren 1833 und 1834 vermochte Struve im Dorpater Refractor, selbst bei 1000facher Vergrösserung, nur eine

längliche Form des Sternes zu erkennen, in der sich die grosse Axe zur kleinen wie 6 : 5 verhielt.

Im Ganzen ist bei diesem Doppelsternsysteme, seit seiner Entdeckung durch W. Struve bis zur Gegenwart, bereits drei Mal die Bedeckung des einen Sterns durch den andern beobachtet worden. Eine Reihe von ungünstigen Umständen, worunter die nahe gleiche Helligkeit beider Componenten und die Thatsache, dass unsere Gesichtslinie zum Sterne sehr nahe mit der Ebene der Bahn zusammenfällt, erlauben gegenwärtig nur beschränkte Folgerungen über die Bahnelemente. Aus einer Discussion von 78 in den Jahren 1827 bis 1864 von den beiden Struve, Vater und Sohn, erhaltenen Messungen, findet Otto Struve, unter Voraussetzung des genauen Zusammenfallens der Gesichtslinie mit der Ebene der Bahn, und der Annahme der grossen Axe senkrecht zur Gesichtslinie:

Umlaufszeit	25,5 Jahre.
Halbe grosse Axe . . .	0,50″
Excentricität	0,075

Diese Elemente stellen sämmtliche Beobachtungen sehr befriedigend dar (Bull. de l'acad. de St. Petersb. T. X.).

1937. Die Beobachtungen Herschel's über diesen Stern gehen bis 1781 zurück und hat es der Begleiter seitdem mehr als $1^1/_2$ Umlauf vollendet. Trotzdem hat geraume Zeit hindurch eine beträchtliche Unsicherheit über die wahre Revolutionsperiode geherrscht. Die gegenwärtig wahrscheinlichsten Bahnelemente sind (Connaiss. des temps pour l'an 1852):

Umlaufszeit	67,32 Jahre.
Zeit des Perihels	1846 August 24.
Perihel vom Knoten	184° 59,6′
Knoten	8 52,3
Neigung	59 18,6
Excentricität	0,4043
Halbe grosse Axe	1,201″

(Berechner: Yvon Villarceau.)

2055. Struve stellt in seinen Mensuris micrometricis folgende Messungen der Positionswinkel dieses Sternes zusammen:

1783,18 p =	75,50°	W. Herschel.
1802,39	69,32	„
1825,51	331,80	W. Struve.
1828,51	342,10	„
1831,90	349,47	„
1834,42	350,60	„

Dembowski fand (A. N. Nr. 1114): 1856,08 $p = 14{,}69^0$ $d = 1{,}2''$.

Die Berechnung aller zuverlässigen Beobachtungen durch Hind hat folgende Bahn geliefert:

Umlaufszeit	95,88 Jahre.
Zeit des Perihels	1791 März 19.
Perihel vom Knoten	135° 24′
Knoten	30 23
Neigung	49 40
Excentricität	0,4772
Halbe grosse Axe	0,847″

2084. Dieser ist der erste Doppelstern, welcher (1802) dem ältern Herschel das Phänomen einer gegenseitigen Bedeckung zweier Fixsterne darbot. Bis zum Jahre 1826 gelang es nicht, den Begleiter wieder zu erblicken, erst der Dorpater Refractor zeigte ihn wiederum bei 600facher Vergrösserung. Aber 1828 wurde es auch für dieses Instrument schwierig, den Begleiter zu zeigen; 1829 und 1831 erblickte Struve keine Spur desselben, 1832 glaubte er ihn bei 800facher Vergrösserung blickweise zu sehen, doch erst im Jahre 1834 gelang es bei 1000maliger Vergrösserung Distanz und Positionswinkel zu bestimmen. Die folgenden Bahnelemente sind noch beträchtlich unsicher:

Umlaufszeit	36,36 Jahre.
Zeit des Perihels	1830.
Perihel vom Knoten	104° 54,6′
Knoten	234 20,7
Neigung	43 43,4
Excentricität	0,4482
Halbe grosse Axe	1,254″

(Berechner: Villarceau.)

3062. Aus den Beobachtungen von Herschel folgt für den Positionswinkel:

$$1782,65 \; p = 320,7^0.$$

Struve fand denselben:

$$1836,61 \; p = 146,38,$$

so dass der Begleiter also in 54 Jahren fast 186° seiner scheinbaren Bahn durchlaufen hat. Mädler's Rechnung (Untersuch. über d. Fixsternsysteme I.) gibt folgende Bahnelemente:

Umlaufszeit	146,83 Jahre.
Zeit des Perihels	1834 Januar 4.
Perihel vom Knoten	42° 0,3′
Knoten	77 21,2
Neigung	38 35,9
Excentricität	0,5754
Halbe grosse Axe	0,998″

Eine neue Berechnung der Bahnelemente von W. Schur ergibt:

Umlaufszeit	**112,644 Jahre.**
Zeit des Perihels	**1835,196**
Perihel vom Knoten	**97° 31,1′**
Knoten	**32 9,9**
Neigung	**29 58,4**
Excentricität	**0,50090**
Halbe grosse Axe	**1,31045″**

2262. Ein sehr schwieriger Doppelstern. Herschel beschreibt ihn am 28. April 1783 als denjenigen unter allen seinen Doppelsternen, dessen Componenten einander am nächsten stehen. Mit 460facher Vergrösserung zeigte er sich einfach und kaum abweichend von der kreisförmigen Gestalt der einfachen Sternscheiben, mit 932facher Vergrösserung erblickte er indess die Trennung. In den Jahren 1825 und 1827 gelang es Struve bei 600facher Vergrösserung nicht, die Componenten zu trennen, erst im zweiten Drittel des Jahres 1835 erblickte er den Stern unter 800facher Vergrösserung doppelt. Mädler hat für den Begleiter folgende (noch sehr unsichere) Bahn berechnet:

Umlaufszeit	87,03 Jahre.
Zeit des Perihels	1840 Januar 25.
Perihel vom Knoten	145° 0′
Knoten	55 6
Neigung	51 47
Excentricität	0,0374
Halbe grosse Axe	0,818″

8121. Ueber diesen schwierigen Doppelstern hat H. Fritsche (Bull. de l'Acad. de St. Petersb. T. X.) eine sorgfältige Untersuchung angestellt, wonach sich die Umlaufszeit auf etwa 40 Jahre stellt. Wenn die mit hinreichend kräftigen Instrumenten versehenen Beobachter, diesem Doppelsterne in den nächsten Jahrzehnten einige Aufmerksamkeit zuwenden, so wird man noch vor Ablauf des Jahrhunderts, die Bahnelemente desselben mit ziemlicher Sicherheit kennen lernen.

II. Classe.

262. Die Positionswinkel in diesem dreifachen Systeme gibt W. Herschel wie folgt an:

für die beiden Sterne 4,2. und 7,1. Grösse : 1782,44 p = 290,5°
„ „ „ „ 4,2. „ 8,1. „ : 1782 100,6
„ „ „ „ : 1804 108,95

314. Herschel's Messungen ergaben den Positionswinkel:

1782,63 p = 278,4°
1804,18 290,57
Struve hat 1830,46 295,45

Wenn diese Veränderung der mittleren gleich ist, so beträgt die Umlaufszeit des Begleiters nahe 1000 Jahre.

948. Ein dreifaches System, A = 5,2. Grösse, B = 6,1. Grösse, C = 7,4. Grösse.

Folgendes sind die Positionswinkel:

	A und B	B und C
1780,75	p = 181,39°.	p = 302,55 (W. Herschel).
1821,32	159,70	304,20 (F. W. Struve).
1831,10	153,66	304,20 (F. W. Struve).
1842,00	148,63	305,58 (Mädler).
1856,18	142,76	306,06 (Dembowski).

1196. Ebenfalls ein dreifaches System. Die Bahnelemente des näheren Begleiters sind:

Umlaufszeit	58,27 Jahre.
Zeit des Perihels	1816 September 7.
Perihel vom Knoten	133° 0,7′
Knoten	33 34,3
Neigung	24 0,4
Excentricität	0,4438
Halbe grosse Axe	0,892″

(Berechner: Mädler.)

1523. Die Vergleichung der Beobachtungen des Positionswinkels in den Jahren 1781 und 1803, liess schon den ältern Herschel die Veränderung erkennen. Die Beobachtungen Struve's in Dorpat zwischen 1819,10 und 1834,44, ergaben eine Veränderung des Positionswinkels von 113,35°, während die scheinbare Distanz sich noch nicht um $^1/_3$″ änderte. Baron Dembowski gibt folgende Messungsresultate:

1854,88	d = 3,197″	p = 115,02°
1856,34	3,187	112,31
1863,23	2,557	96,66
1866,30	2,060	86,76
1868,30	1,738	77,50

Die Bahnelemente sind vergleichsweise sehr sicher:

Umlaufszeit	61,30 Jahre.
Zeit des Perihels	1817 Februar 16.
Perihel vom Knoten	132° 28,7′
Knoten	96 21,9
Neigung	50 55,4
Excentricität	0,4037
Halbe grosse Axe	2,295″

(Berechner: Mädler.)

Eine neue Bahnbestimmung dieses Doppelsternes, gestützt auf die Beobachtungen von 1819,10 bis 1860,08 hat Breen geliefert. Man hat hiernach folgende Elemente:

Umlaufszeit	63,14 Jahre.
Zeit des Perihels	1816,32
Perihel vom Knoten	132° 53′
Knoten	97 18
Neigung	52 16
Excentricität	0,3929
Halbe grosse Axe	2,454″

1687. Von W. Herschel als doppelt erkannt, aber im Dorpater Refractor als dreifach erwiesen. Distanz und Positionswinkel des entferntern Begleiters wurden gefunden:

1783,15	$d = 31{,}28''$	$p = 126{,}85^0$	W. Herschel.
1821,34	29,49	128,30	John Herschel u. South.
1822,28	30,69	129,90	Struve.
1830,15	28,58	124,71	Struve.
1856,46	28,23	126,9	Dembowski.

Die Bewegung ist also jedenfalls nur gering. Der nähere Begleiter bewegt sich rascher. Nach Mädler's Angabe hat man:

$$1840{,}78 \quad d = 1{,}369'' \quad p = 34{,}90^0$$

Der Vergleich mit Struve's Angabe für 1829,99 ergibt eine mittlere jährliche Veränderung des Positionswinkels von 52,4′ bei langsam abnehmender Distanz.

1938. Die retrograde Bewegung wurde schon von Herschel aus den Beobachtungen von 1782 und 1802 erkannt. Die Bahnelemente sind:

Umlaufszeit	458,66 Jahre.
Zeit des Perihels	1851 October 1.
Perihel vom Knoten	103° 22′
Knoten	104 50
Neigung	58 2
Excentricität	0,8775
Halbe grosse Axe	3,08″

(Berechner: Russel Hind.)

1998. Ein dreifaches System. Die Bewegungen der beiden Begleitsterne sind unzweifelhaft, allein selbst für den nähern kann gegenwärtig bloss eine genäherte Bahn abgeleitet werden. Wird diese kreisförmig angenommen, so findet Mädler:

Umlaufszeit	105,52 Jahre.
Länge des Knotens	4° 45,2′
Neigung	70 13,3
Distanz	1,289″

Eine neuere Berechnung von Thiele (Astr. Nachr. Nr. 1199), welche ausschliesslich auf die Beobachtungen von 1825 bis 1856 gegründet ist, ergibt im Anschlusse an Herschel's Beobachtung von 1782:

Umlaufszeit	49,05 Jahre.
Halbe grosse Axe.	1,7492″
Excentricität	0,9698
Periheldurchgang	1860,591

Hiernach würde die Distanz seit 1860 von 0,018″ an zunehmen müssen und bereits 1870 gegen 1″ betragen haben. Dembowski's Messungen bestätigen dies, denn sie ergeben:

1868,87 $d = 0{,}886''$ $p = 166{,}74^0$

2032. W. Herschel fand 1782 die Distanz beider Sterne gleich $1^1/_4$ Durchmesser der Scheibe des kleinern, wenn er eine 227-fache Vergrösserung anwandte. Die ungleich präciseren Beobachtungen Struve's ergaben:

1819,62 $p =$	48,0°	
1827,02	89,35°	$d =$ 1,312″
1830,11	104,90	1,220
1832,99	118,80	1,297
1835,50	130,46	1,308
1836,59	134,73	1,437

Dembowski fand (A. N. Nr. 1114):

1854,86 $p =$	179,85°	$d =$ 2,369″
1856,42	181,77	2,686

Das Perihel scheint um das Jahr 1830 herum stattgefunden zu haben. Die folgenden Bahnelemente sind noch sehr unsicher:

Umlaufszeit	478,04 Jahre.
Zeit des Perihels	1829 Juni 26.
Perihel vom Knoten	96° 44,2′
Knoten	0 29,2
Neigung	38 55,8
Excentricität	0,6421
Halbe grosse Axe	3,900″

(Berechner: Mädler.)

2579. Dieser Stern war 1783 leicht zu beobachten, aber in den Jahren 1802 und 1804 gelang es W. Herschel, auch mit seinen kraftvollsten Instrumenten, nicht, den Begleiter zu erkennen. Ebenso vergeblich waren die Versuche von Sir John Herschel und James South 1825 zu Passy, selbst bei 787facher Vergrösserung. Erst nach Aufstellung des Fraunhofer'schen Refractors zu Dorpat gelang es Struve sofort, bei 480facher Vergrösserung, den Begleiter wiederzufinden. Im Jahre 1832 bestimmte John Herschel in Slough Positionswinkel und Distanz, jedoch war er gezwungen, hierzu sein zwanzigfüssiges Spiegelteleskop anzuwenden, da ein 7füssiger Refractor keine Messungen gestattete. Eine ausgezeichnete Beobachtungsreihe dieses Binarsystems ist von W. R. Dawes (in Nr. 1552 d. Astr. Nachr.) veröffentlicht worden. Die Pulkowaer Messungen umfassen über 20 Jahre, sie erstrecken sich von 1840 bis 1862.

Aus sämmtlichen Beobachtungsresultaten hat C. Behrmann folgende Bahn abgeleitet (Astr. Nachr. Nr. 1561):

Umlaufszeit	415,11 Jahre.
Zeit des Perihels	1904,10
Perihel vom Knoten	203° 2′
Knoten	91 8
Neigung	37 46
Excentricität	0,28583
Halbe grosse Axe	2,30974″

1051. Von Struve als dreifach erkannt. Der entferntere Begleiter (6,7. Grösse) in 31,2″ Distanz zeigt bis jetzt keine Bewegung. Für den näheren Begleitstern gibt Mädler folgende Position und Distanz an:

$$1841{,}14 \quad p = 271{,}75^0 \quad d = 1{,}217''$$

Der Positionswinkel nimmt jährlich um 21,03′ zu.

III. Classe.

202. An diesem hellen Doppelsterne ist die langsame Bewegung höchst merkwürdig. Man hat folgende Distanzen und Positionswinkel:

	d	p	
1781,89		337,39	W. Herschel.
1802,08		333,00	W. Herschel.
1821,93	5,43″	335,55	Sir John Herschel u. South.
1821,96	3,94	336,93	Struve.
1831,16	3,636	335,72	Struve (im Dorpater Refractor).

1424. Von **Herschel** 1779 zuerst beobachtet. Der Positionswinkel nimmt langsam zu. **Mädler** gibt folgende Bestimmungen:

$$1840{,}00\ p = 105{,}40^0 \quad 1843{,}95\ d = 2{,}722''$$

Die jährlichen Veränderungen von p und δ sind nach demselben Astronomen:

$$\Delta p = +\ (14{,}068' - 0{,}05310'\,t + 0{,}001452'\,t^2)\ t$$
$$\Delta \delta = +\ (0{,}00784'' - 0{,}000790''\,t)\ t,$$

wo t die Anzahl der Jahre bezeichnet, die seit den oben für p und d angegebenen Epochen verflossen sind.

1877. Für diesen Stern hat man folgende Bestimmungen des Positionswinkels:

1781,73 $p =$	$305{,}12^0$	W. Herschel.
1796,63	315,53	W. Herschel.
1803,01	314,65	W. Herschel.
1822,39	318,23	F. W. Struve.
1822,55	322,98	Sir John Herschel u. South.
1825,34	324,43	Sir John Herschel u. South.
1829,39	320,98	F. W. Struve.
1829,92	320,72	Sir John Herschel.
1830,92	321,86	Dawes.
1831,56	316,22	F. W. Bessel.
1835,61	320,60	F. W. Struve.
1845,18	323,53	Mädler.
1856,49	324,30	Dembowski.

Hiernach nimmt der Positionswinkel jährlich um etwa 10,4′ zu. Eine Veränderung der Distanz ist aus **Struve's** Messungen nicht zu erkennen.

1954. Die Angaben des Positionswinkels des ältern **Herschel**, sind wahrscheinlich zum Theil fehlerhaft. Man hat folgende Bestimmungen:

1821,33 $p =$	$199{,}38^0$	Sir John Herschel u. South.
1833,07	197,28	Struve.
1836,30	196,93	Struve.
1856,52	193,01	Dembowski.

2130. Die Veränderung des Positionswinkels ist bedeutend, wie folgende Bestimmungen zeigen:

1781,73 $p =$	$232{,}37^0$	W. Herschel.
1803,45	220,14	W. Herschel.
1825,25	208,97	South.
1835,39	203,07	Struve.
1837,96	201,00	Struve.
1856,63	187,30	Dembowski.

IV. Classe.

1110. Der Stern ist seit 1729 beobachtet worden, allein die Bahnbestimmungen sind ungemein schwierig, da in den frühesten Beobachtungen (von Pound und Bradley) der Positionswinkel bloss geschätzt werden konnte. Wie gross die Unsicherheit in dieser Beziehung ist, ergibt sich aus der folgenden Zusammenstellung der Rechnungsresultate verschiedener Astronomen.

Berechner	Zeit des Perihels	Umlaufszeit	
Sir John Herschel 1831	1855,83	252,66	Mem. Roy. Astr. Soc. Vol. V.
Mädler 1836	1913,90	232,12	Astr. Nachr. Bd. 14.
Hind 1845	1699,26	632,27	Bishop, On the double stars.
Jacob 1846	1703,30	653,1	
Mädler	1688,28	519,78	Mädler, Fixsternsysteme.

Die neueste Bahnberechnung von Th. N. Thiele (Astr. Nachr. Nr. 1227) ergibt:

Umlaufszeit	996,85 Jahre.
Zeit des Perihels	1750,33
Perihel vom Knoten	294° 0,8′
Knoten	31 58,0
Neigung	42 5,4
Excentricität	0,34382
Halbe grosse Axe	7,5375″

1306. Distanz und Positionswinkel nehmen fortwährend ab. Folgende Zusammenstellung zeigt dies näher an:

1782,42	$d = 7{,}93''$	$p = 283{,}0$	W. Herschel.
1831,40	4,615	264,35	Struve.
1836,42	4,61	262,0	Struve.
1856,56	3,743	258,26	Dembowski.

Die Abnahme des Positionswinkels beträgt jährlich $(24{,}8' - 0{,}33'\,t)\,t$, jene der Distanz nahe 0,06″.

1346. Die Distanz abnehmend, der Positionswinkel hingegen wächst langsam. Struve gibt folgende Zusammenstellung von Messungen des letztern:

1782,87 $p =$	306,75°	W. Herschel.
1802,39	317,62	W. Herschel.
1822,12	309,03	Sir John Herschel u. South.
1830,99	310,96	Struve.

Die Angabe Herschel's von 1802 ist wahrscheinlich um 10° fehlerhaft.

1888. Den ersten Versuch einer Bahnbestimmung dieses schönen Doppelsternes gab Sir John Herschel. Mädler hat eine neue Berechnung unternommen und findet:

Umlaufszeit	160,070 Jahre.
Zeit des Perihels	1761 September 16
Perihel vom Knoten	315° 9,7′
Knoten	172 39,4
Neigung.	52 39,3
Excentricität	0,4540
Halbe grosse Axe	5,591″

Nach den Messungen von Dembowski war 1868,36: $d =$ 5,050″, $p =$ 297,46°.

2272. Herschel's erste Beobachtungen datiren von 1779. Die Dorpater Beobachtungen Struve's umfassen den Zeitraum von 1820 bis 1837. Die erste Bahnbestimmung versuchte Encke, sie ergab:

Umlaufszeit	73,862 Jahre.
Halbe grosse Axe . . .	4,328″
Excentricität	0,4300

Die spätere Berechnung von Klinkerfues (A. N. Nr. 1135), welche nahe mit der von Yvon Villarceau übereinstimmt, lieferte folgende Elemente:

Umlaufszeit	95,97 Jahre.
Zeit des Perihels.	1808,27
Perihel vom Knoten	160° 32,4′
Knoten	123 8,4
Neigung	57 20,7
Excentricität	0,49353
Halbe grosse Axe	4,958″

Hiernach ergibt sich aus Krüger's Parallaxe die Masse des Systems zu 2,74 Sonnenmassen.

2944. Dreifaches System. $A =$ 7,0. Grösse, $B =$ 7,5. Grösse und C $=$ 8,2. Grösse. Für die Sterne A und B hat man:

1782,75		$p = 244{,}05^0$	W. Herschel.
1802,75		242,12	W. Herschel.
1821,92		244,2	Struve.
1822,90	$d = 4{,}449''$	245,6	John Herschel u. South.
1832,98	4,120	246,95	Struve.
1836,33	4,193	247,75	Struve.

Eine Veränderung in der Stellung ist also kaum oder gar nicht nachweisbar. Anders verhält es sich mit den Sternen A und C. Der ältere Herschel hat leider weder Messungen des Positionswinkels noch der Distanz geliefert, aber Struve's Messungen allein ergeben schon eine Annahme beider. Der berühmte Beobachter gibt folgende Mittelwerthe:

1822,41	$d = 57{,}12''$	$p = 162{,}22^0$
1828,86	56,46	158,45
1832,83	55,890	157,50
1934,57	55,117	156,77
1836,41	54,930	156,29

V. Classe.

60. Die Beobachtungen dieses Doppelsternes von Struve umfassen 16 Jahre. Nach Mädler ist die jährliche Veränderung Δp des Positionswinkels und der Distanz Δd darstellbar durch:

$$\Delta p = + (49{,}352' + 0{,}49616' t) t \qquad \Delta d = - 0{,}0969''$$

Epoche 1836,02 — Epoche 1836,52

für $p = 91^0\ 46{,}6'$ — für $d = 9{,}482''$

was mit Dembowski's Messungen gut übereinstimmt.

VI. Classe.

231. Von diesem Doppelsterne besitzt man nur eine Schätzung des ältern Herschel, wonach der Positionswinkel für 1783 235⁰ bis 240⁰ betrug. Genauere Messungen haben Struve, John Herschel und South geliefert. Hiernach hat man:

1821,00	$d = 16{,}34''$	$p = 225{,}75^0$	Struve.
1822,89	16,173	226,08	John Herschel u. South.
1832,61	15,540	228,92	Struve.

Der Positionswinkel nimmt nach Mädler jährlich um 5,670′ zu, die Distanz um 0,03367″ ab.

1744. Dieser schöne Doppelstern zeigt nur geringe Bewegungsverhältnisse. Folgende Bestimmungen deuten solche indess immerhin an:

1830,63 $d = 14{,}368''$ $p = 147{,}60$ **Struve.**
1844,26 14,263 147,97 **Mädler.**

Nach Mädler wächst der Positionswinkel jährlich um 2,124′. G. P. Bond in Cambridge hat zwischen 1857 Mai 29 und August 6 diesen Doppelstern photographirt und folgende Distanzen an den aufgenommenen Bildern gemessen (Astr. Nachr. Nr. 1129):

Dauer der Exposition	Distanz	Wahrscheinlicher Fehler	Zahl der Bilder
13 Secunden	14,31″	0,034	7
16 „	14,19	0,035	7
18 „	14,18	0,033	8
24 „	14,23	0,035	8
25 „	14,15	0,034	7
30 „	14,28	0,034	7
33 „	14,19	0,033	8
36 „	14,20	0,032	10
24,5 Secunden	14,21	0,013	62

Geht man von dem wahrscheinlichen Fehler einer directen Mikrometermessung Struve's aus, welcher $\pm$ 0,127″ betrug, so ergibt sich, da der wahrscheinliche Fehler der Distanz für ein einzelnes Bild $\pm$ 0,076″ beträgt, dass jeder photographischen Aufnahme ein dreimal grösseres relatives Gewicht zukommt, als einer einzelnen directen Distanzmessung.

1821. Der Positionswinkel nimmt langsam ab, wie aus der folgenden Zusammenstellung hervorgeht.

1783,30 $p = 242{,}32^0$ W. Herschel.
1802,67 240,68 W. Herschel.
1822,62 238,75 John Herschel und South.
1832,50 237,71 Struve.
1855,73 238,06 Dembowski.

Mädler findet die Aenderung des Positionswinkels zu — 4,437′ jährlich.

2758. Die Dorpater Beobachtungen Struve's gaben folgende Distanzen und Positionswinkel:

1821,62	$d = 14{,}87''$	$p = 84{,}38^0$
1828,72	15,31	89,4
1831,70	15,632	91,16
1832,77	15,79	92,05
1835,65	15,967	93,83
1836,57	16,080	94,40

Dembowski's Messungen ergaben:

1854,73	$d = 17{,}290''$	$p = 105{,}58^0$
1862,97	18,366	109,50
1869,28	18,909	113,27

Distanz und Positionswinkel nehmen also langsam zu. Mädler sucht dieselben darzustellen durch folgende Formeln:

Epoche 1834,37 $p = 93^0\ 2{,}7' + (41{,}953' - 0{,}10329'\,t)\,t$
„ 1833,86 $d = 15{,}841'' + 0{,}05589''$.

Wäre die wahre Bahn dieses Doppelsternes bekannt, so würde sich die Masse des Systems ohne Schwierigkeit berechnen lassen, da die Parallaxe desselben ziemlich genau ermittelt ist. Für jetzt lässt sich nur so viel mit einiger Bestimmtheit sagen, dass die Gesammtmasse dieses Doppelsternes beträchtlich geringer als die Sonnenmasse sein muss.

23. Die Distanz nimmt ziemlich rasch, der Positionswinkel langsamer ab. Struve findet aus seinen Messungen nach der Methode der kleinsten Quadrate die Distanz d für die Epoche t:

$$d = 13{,}303'' - 0{,}104''\,(t - 1832{,}13).$$

296. W. Herschel fand den Positionswinkel:

$$1782{,}64\ p = 290{,}0^0$$

was von Struve's Messungen um 4,6⁰ abweicht. Es steht eine Zunahme des Positionswinkels (nach Mädler 5′ jährlich) zu vermuthen.

1547. Nur eine geringe Veränderung des Positionswinkels ist bis jetzt nachweisbar.

VII. Classe.

136. Eine Veränderung der Distanz ist mit Sicherheit nicht nachzuweisen. Was den Positionswinkel anbelangt, so hat man dafür folgende Angaben:

1783,59	$p = 85{,}0^0$	W. Herschel.
1821,91	80,42	John Herschel und South.
1823,00	79,98	Struve.
1831,47	78,84	Struve.

Nach Mädler würde die Abnahme des Positionswinkels jährlich 3,611′ betragen.

3127. Wie die nachfolgende Zusammenstellung der Beobachtungen dieses Doppelsternes zeigt, nimmt die Distanz rasch ab, während der Positionswinkel wächst.

1781,81	$d = 34{,}22''$	$p = 162{,}47^0$	W. Herschel.
1820,65		172,95	Struve.
1821,37	28,87	172,17	John Herschel u. South.
1821,85	27,84		Struve.
1825,50	26,69	173,55	South.
1829,77	26,11	173,7	Struve.
1831,67	25,630	174,13	Struve.
1832,78	25,375	174,02	Struve.
1835,62	24,978	174,28	Struve.

Dembowski findet:

1863,25	$d = 20{,}502''$	$p = 179{,}39^0$
1869,02	19,585	180,95

Die Abnahme der Distanz findet Struve darstellbar durch:

$$d = 25{,}422'' - 0{,}1766'' \, (t - 1833{,}49),$$

während Mädler die Positionswinkel, von der Epoche 1838,71 ausgehend, darstellt durch:

$$p = 174^0 \, 10{,}7' + 9{,}249' t + 0{,}18587' t^2.$$

36. Struve gibt die nachstehende Zusammenstellung der Beobachtungen dieses Doppelsternes:

1783,63	$d = 22{,}48''$	$p = 89{,}4^0$	W. Herschel.
1820,96		82,9	Struve.
1822,22	27,44		Struve.
1823,87	25,87	82,82	John Herschel u. South.
1833,20	27,423	82,35	Struve.

545. W. Herschel fand für diesen Doppelstern:

$$1782{,}68 \quad d = 16{,}51'' \quad p = 64{,}25$$

Mädler gibt folgende Werthe:

$$1839{,}36 \quad d = 18{,}705'' \quad p = 57{,}20$$

1285. Für die Distanzänderung dieses Paares gibt Struve folgende Formel:

$$d = 26{,}410'' - 0{,}282'' \, (t - 1830{,}89).$$

1351. Die früheren Messungen sind diese:

[illegible]

[illegible] dieser Doppelstern [illegible]

[illegible] Man hat folgende Messungen:

[illegible]	[illegible]	[illegible]	W. Herschel.
[illegible]		[illegible]	Struve.
[illegible]	[illegible]	[illegible]	John Herschel u. South.
[illegible]	[illegible]		Struve.
[illegible]	[illegible]	[illegible]2.73	Struve.

Nach Mädler würde die jährliche Abnahme des Positionswinkels 2,727′ betragen.

Es muss hier zuletzt noch zweier Doppelsterne gedacht werden, die wir gegenwärtig wohl am genauesten kennen, obgleich beide in Struve's grosser und bewundernswürdiger Arbeit nicht vorkommen. Von den beiden glänzenden Binarsystemen α Centauri und α Canis majoris ist das eine in unserer Erdhemisphäre unsichtbar, die Existenz des zweiten aber ward erst 1862 durch directe Beobachtung erwiesen.

Was die Bahnverhältnisse von α Centauri anbelangt, so sind dieselben nach Capitän Jacob's Berechnung:

Umlaufszeit	77 Jahre.
Zeit des Perihels	1851 Juli 2
Perihel vom Knoten	291° 22′
Knoten	86 7
Neigung	47 56
Excentricität	0,950
Halbe grosse Axe	15,5″

Hält man hierzu Henderson's und Maclear's Parallaxe von α Centauri, so ergibt sich die Gesammtmasse dieses Binarsystems = 0,81 Sonnenmassen.

Die Existenz der physischen Verbindung des Sirius mit einem bis dahin noch nicht gesehenen Körper, wurde von Bessel zuerst ausgesprochen; denn schon im Jahre 1844 war er überzeugt, dass Sirius (und Procyon) wahre Doppelsterne seien. Mit Recht erblickte Bessel in der von ihm erkannten Veränderlichkeit der Eigenbewegung des Sirius, das Resultat einer Bewegung nach den Kepler'schen Gesetzen um einen nahe liegenden Schwerpunkt.

Die ersten Vermuthungen über die Veränderlichkeit der eigenen Bewegung gewisser Fixsterne, entstanden bei Bessel in Folge seiner „Neuen Untersuchung der Reductionselemente der Declinationen und Bestimmung der Declinationen der Fundamentalsterne.“ (Astr. Nachr. Nr. 422.) Damals (1841) fand der berühmte Astronom eine so grosse Uebereinstimmung seiner neueren Beobachtungen mit den früheren Bestimmungen, dass sie nach seinen Erfahrungen nicht grösser erwartet werden konnte. Nur zwei Sterne α Canis minoris und α Aurigae zeigten Abweichungen, jener von — 1,64″, dieser von + 1,15″. Bei diesen Sternen hielt jedoch Bessel die neuere Bestimmung von α Aurigae für weniger sicher, aber die Abweichung des andern erklärte er für „wirklich auffallend, da die Beobachtungen dieses Sternes, sowohl früher als jetzt, hinreichend oft wiederholt sind und genügend erscheinen.“ Im Jahre 1844 kam Bessel in einer grösseren Abhandlung „Ueber Veränderlichkeit der eigenen Bewegung der Fixsterne“ (Astr. Nachr. Nr. 514 bis

516) auf die bemerkten Abweichungen zurück. „Die zweite hiesige Bestimmung der Declinationen der Fundamentalsterne (für 1840)," sagt er, „entfernt sich in dem Falle das Procyon so weit von der ersten Bestimmung (für 1820), dass sie, durch Vergleichung mit der aus Bradley's Beobachtungen abgeleiteten Declination für 1755, den Stern 1,64″ nördlicher angibt, als er für 1820 festgesetzt wurde. Eine ähnliche Abweichung von den früheren Bestimmungen für 1815 und 1825, ist in der Rectascension des Sirius seit etwa 1834 dadurch auffallend geworden, dass die aus seinen Beobachtungen hervorgehenden Verbesserungen der Uhrzeit, mit Anfangs seltenen, jetzt ganz fehlenden Ausnahmen, wenn positiv kleiner, wenn negativ grösser sind, als die aus den Beobachtungen anderer Fundamentalsterne abgeleiteten, so dass Sirius, seit 10 Jahren, in grösserer Rectascension erscheint, als die auf der Vergleichung der Bestimmungen für 1755 und 1825 beruhenden Tabulae Regiomontanae ihm anweisen. Der Unterschied ist bis auf fast 5″ oder ein Drittel Zeitsecunde angewachsen. — Ich beabsichtige gegenwärtig, nachzuweisen, dass diese Unterschiede nicht etwa Folgen von Unvollkommenheiten der Bestimmungen, aus welchen sie hervorgehen, sondern in der Veränderlichkeit der Bewegungen der Sterne selbst begründet sind. Ich könnte noch andere ähnliche, wenn auch sich in geringerer Grösse offenbarende Fälle aufzählen; der Nachweisung ihrer Ursache aber kann ich nur in den beiden angeführten Fällen diejenige Unzweideutigkeit geben, welche vorhanden sein muss, ehe man geneigt sein kann, die für die praktische Astronomie so wichtige und für die Erkenntniss der physischen Beschaffenheit des Fixsternsystems so interessante Erscheinung veränderlicher eigener Bewegungen von Fixsternen als in der Natur vorhanden anzunehmen. Ihre Wichtigkeit für die praktische Astronomie erlangt diese Erscheinung, indem es dadurch unstatthaft wird, den Ort eines Sternes für eine unbestimmte Zeit aus seinen für zwei bestimmte Zeiten festgesetzten Oertern zu folgern; wodurch z. B. die bis jetzt für gerechtfertigt gehaltene Uebertragung des Resultats zweier Fundamentalcataloge auf andere Epochen so lange unsicher wird, als man nicht zur Kenntniss der Art der Veränderlichkeit der Bewegungen der darin enthaltenen Sterne gelangt sein wird. Ihr Interesse für die Erkenntniss der physischen Beschaffenheit des Fixsternsystems erlangt sie, indem sie auf die Annahme zurückweist, dass Sterne, deren veränderliche Bewegungen bemerkbar werden, Theile von Systemen sind, welche, vergleichsweise mit den grossen Entfernungen der Sterne von einander, auf kleine Räume beschränkt sind." Bessel geht nun zur Aufstellung und Discussion der Differentialgleichungen der Bewegungen sowohl des Sternes als der Sonne über und kommt auf diese Weise zu dem Resultate, dass ein Stern nur dann eine, hundertjähriger Beobachtung merklich werdende Veränderlichkeit der eigenen Bewegung eines andern Sternes hervorbringen kann, wenn entweder

1. seine Masse im Verhältniss zur Sonnenmasse sehr gross, oder

2. seine Entfernung von dem zweiten Sterne im Vergleich zu der, einer Parallaxe von 1″ entsprechenden Distanz, sehr klein, oder endlich

3. seine Entfernung von der Sonne sehr gering ist.

Bessel bemerkt, dass eine merkliche Veränderlichkeit der eigenen Bewegung auch

4. aus dem Zusammenwirken der vorhandenen unzähligen Sterne hervorgehen könne.

Der Königsberger Astronom weist nun leicht die sub 1. angeführte Möglichkeit als nicht thatsächlich zurück. „Wenn nämlich die merkliche Veränderlichkeit die Wirkung der Anziehung einer sehr grossen, aber nicht in einer sehr kleinen Entfernung befindlichen Masse wäre, so würde sie sich während geraumer Zeit nahe in gleicher Richtung und Grösse äussern, indem die, diese bestimmende gegenseitige Stellung der Masse des Sterns und der Sonne, sich selbst in so langer Zeit nicht erheblich ändert; sie würde sich also bis zu beträchtlicher Grösse anhäufen, und die anfangs vorhandene scheinbare Bewegung des Sternes im Laufe der Zeit beträchtlich verändern. Die kleinen Bewegungen der Sterne, die wir sehen, würden also mit der Voraussetzung ihrer in kurzer Zeit merklich werdenden Veränderlichkeit, nur unter der Annahme vereinbar sein: dass diese Veränderlichkeit die früher gross gewesenen eigenen Bewegungen in gerade jetzt kleine verwandelt habe, so wie später wieder in grosse entgegengesetzte verwandeln werde. Diese Annahme ist schon für einen Stern sehr wenig wahrscheinlich; die Wahrscheinlichkeit ihrer gleichzeitigen Richtigkeit für verschiedene Sterne, kann als verschwindend betrachtet werden. Aber abgesehen von der dieser Annahme fehlenden Wahrscheinlichkeit, berechtigen auch die ältesten Beobachtungen der Oerter der Fixsterne zu ihrer Zurückweisung. Wenn nämlich die Rectascension des Sirius im Jahre 1843 um 5″ grösser ist, als sie aus der Vergleichung seiner Rectascensionen für 1755 und 1825, unter vorausgesetzter unveränderlicher eigener Bewegung hervorgeht, und wenn dieser Unterschied durch die von der Annahme bedingte beständige Veränderlichkeit der eigenen Bewegung erklärt werden soll, so beträgt diese jährlich + 0,006314″, und ihr Einfluss auf die vor 2000 Jahren bestimmte Rectascension des Sternes etwa viertehalb Grad, welche Grösse weit ausserhalb der Unsicherheit des Hipparch'schen Verzeichnisses liegt.“ — Derselbe Grund, der hier gegen die erste Erklärungsart einer in kurzer Zeit merklich werdenden Veränderung der eigenen Bewegung eines Sternes geltend gemacht wurde, trifft auch die vierte. „Es bleiben also nur die zweite und dritte Erklärungsart übrig, d. h. der anziehende Körper muss entweder dem Sterne, welcher die merkliche Veränderung zeigt, oder der Sonne sehr nahe sein. Da aber ein anziehender Körper von beträchtlicher Masse in sehr kleiner Entfernung von der Sonne sich in den Bewegungen des Planetensystems nicht verrathen hat, so wird man auf seine sehr kleine Entfernung von dem Sterne, als auf die einzig statthafte Erklärung der im Laufe eines Jahrhunderts merklich werdenden

Veränderung der eigenen Bewegung des letzteren zurückgewiesen. Der Stern, der diese Veränderung zeigt, ist also ein Theil eines, auf einen kleinen Raum beschränkten Systems; die Veränderung kehrt periodisch wieder, wie die Bewegungen des letztern, und ihre periodische Wiederkehr ist nothwendig, um sie mit dem Fehlen in das Unbestimmte fortgehender Anhäufung ihres Einflusses vereinbar zu machen. — Wenn das System als Doppelstern bekannt ist, so kann die Beobachtung einer Veränderlichkeit der Bewegung eines seiner Bestandtheile nicht überraschen, indem ihr Vorhandensein und ihre Wiederkehr in der Periode der Umlaufsbewegung beider Bestandtheile um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt nothwendig sind. Wenn sie dagegen an einem einfach erscheinenden Stern bemerkt wird, so führt sie auf die Annahme, dass er der einzig sichtbare der Theile eines kleinen Systems ist; auf eine Annahme, deren Statthaftigkeit nur bestritten werden könnte, wenn Grund vorhanden wäre, die Eigenschaft des Leuchtens für eine wesentliche der Masse zu halten. Dass zahllose Sterne sichtbar sind, beweist offenbar Nichts gegen das Dasein zahlloser unsichtbarer. Dass der berühmte Tychonische Stern in der Cassiopeja unsichtbar vorhanden ist, ist nicht zweifelhaft."

Bessel geht nun zuerst zu einer genauen Discussion sämmtlicher vorhandenen Declinationsbestimmungen von α Canis minoris über und zeigt, dass die Königsberger Bestimmungen von 1838 und 1844 um $+$ 2,11″ und resp. 3,81″ von den berechneten abweichen. Er findet hierdurch die Veränderlichkeit der eigenen Bewegung des Procyon in Declination so sicher bewiesen, als etwas durch Beobachtungen auf der Königsberger Sternwarte überhaupt bewiesen werden kann. Eine weitere Untersuchung von 10 Declinationsverzeichnissen, aus denen 8 Sterne herausgezogen wurden, deren Declinationen im Mittel sehr nahe gleich derjenigen des Procyon sind, bestätigte diesen Schluss. Denn es ergab sich, dass das Fortschreiten der Unterschiede zwischen der Declination des Procyon und den Declinationen der 8 verglichenen Sterne, von 1820 an zu offenbar, und die Genauigkeit jeder der Zahlen, unter welchen es stattfindet, zu gut verbürgt ist, als dass seine Erklärung durch zufällige Fehler der Verzeichnisse statthaft erscheinen könnte. „Ich nehme also," fährt Bessel fort, „als ein unzweifelhaftes Resultat der Beobachtung an, dass die Voraussetzung der Unveränderlichkeit der Declinationsbewegung des Procyon, beziehungsweise zu den acht verglichenen Sternen, unrichtig ist." Ueber die Art der Veränderlichkeit der Bewegung fand Bessel in den vorhandenen Beobachtungen nur eine Andeutung, nämlich durch die Bestimmungen Piazzi's für das Jahr 1800. Betrachtet man diese Angabe als genügend, so erkennt man darin, dass der Unterschied zwischen der Annahme der unveränderlichen Bewegung und der Wirklichkeit zwischen 1755 und 1820 ein Maximum gehabt hat, dass Procyon durch den nördlichsten Theil seiner Bahn am Himmel gegangen ist, während er jetzt (1844) wieder darauf zugeht." Auch eine Vergleichung

verschiedener anderer Angaben Piazzi's, über die Declinationen der Fundamentalsterne, fand Bessel nicht geeignet, Verdacht gegen die Andeutung einer kurzen Periode der Bewegung des Procyon zu erregen, doch müsse die Zeit die Art der Veränderlichkeit der Bewegung erst weit vollständiger entwickeln, ehe sie berechtigen könne, die Erlangung ihrer näheren Kenntniss zu versuchen. —

Die Rectascension des Sirius hatte zwischen den aus den Bradley'schen Beobachtungen (für 1755) und den Königsberger Bestimmungen (von 1825) berechneten Oertern und den späteren Beobachtungen stets eine gute Uebereinstimmung gezeigt. Allein gegen 1834 fing Bessel an, wie bereits oben hervorgehoben wurde, einen Fehler der berechneten Rectascension des Sirius in den Uhrcorrectionen zu bemerken. Die später vorgenommene Untersuchung ergab, dass man die berechnete Rectascension für 1735 um 0,188' vergrössern müsse, um sie mit den von 1833 bis 1836 von Busch in Königsberg angestellten Beobachtungen in Uebereinstimmung zu bringen. Diese Untersuchung ging von den Rectascensionen der Sterne β und α Orionis und α Canis minoris aus, die deshalb von Bessel zur Vergleichung gewählt wurden, weil sie unter den Fundamentalsternen dem Sirius am nächsten sind und auch auf allen Sternwarten häufig beobachtet zu werden pflegen. Im Jahre 1843 fand Bessel die Abweichung noch grösser, sie fand sich im Mittel aus seinen Beobachtungen und denjenigen von Busch zu 0,318', hatte sich also in 8 Jahren um mehr als ein Achtel Zeitsecunde vergrössert. Um ein möglichst einwurfsfreies Urtheil zu gewinnen, untersuchte Bessel zehn unabhängig von einander dastehende Verzeichnisse von Rectascensionen der Fundamentalsterne und kam hierbei zu dem Ergebnisse, dass sie sämmtlich den Widerspruch gegen die Annahme einer Unveränderlichkeit der Eigenbewegung des Sirius verstärken. „Ich setze also," sagt Bessel, „der aus den Beobachtungen der Declination des Procyon gezogenen Folgerung, die zweite ähnliche hinzu, dass die Voraussetzung der Unveränderlichkeit der Rectascensionsbewegung des Sirius, beziehungsweise zu den Sternen β, α Orionis und α Canis minoris, mit den Beobachtungen unvereinbar ist." Was die Art der Veränderlichkeit der relativen Bewegung des Sirius anbelangt, so bemerkt Bessel, dass zwar schon der blosse Anblick der Zusammenstellung der Beobachtungen mit der Annahme unveränderlicher eigener Bewegung, hinreichend erkennen lasse, dass die Unterschiede zwischen beiden, so wie auch ihr Maximum, durch eine Periode von etwa einem halben Jahrhundert erklärt werden können, doch müsse jeder Versuch zu ihrer näheren Kenntniss zu gelangen, so lange unterbleiben, bis fernere Beobachtungen die Erscheinung selbst beträchtlich vollständiger entwickelt haben werden. „Die Astronomie," so schliesst Bessel seine wichtige Abhandlung, „gewinnt erst durch neue Resultate, wenn deren Unzweideutigkeit vollständig vertreten werden kann; nicht das frühzeitige Errathen derselben, sondern die Erwerbung der Grundlagen ihrer genügenden Kenntniss, muss Gegenstand der Bemühungen sein."

Die Untersuchungen, welche auf Struve's Veranlassung Fuss in Pulkowa ein Jahr nach Bessel's Tode angestellt (Struve, Études d'Astr. stell. pag. 47), haben allerdings die Ansicht der Königsberger Astronomen nicht bestätigt, wohl aber die späteren und umfassenden Arbeiten von Peters. (Ueber die eigene Bewegung des Sirius, Königsberg 1851). Nach der letzten Verbesserung, welche dieser hochberühmte Astronom an seinen Rechnungen angebracht, hat man für die Siriusbahn:

Durchgang durch die untere Abside . .	1791,413
Mittlere jährliche Bewegung	7,1865°
Umlaufszeit	50,096 Jahre
Excentricität.	0,7994

Am 31. Januar 1862 gelang es Clark, mit dem grossen Refractor der Sternwarte zu Cambridge (in N. A.), den Begleiter des Sirius direct zu beobachten. (A. N. Nr. 1353). Die Position stimmte in genügender Weise mit dem Ergebnisse der Peters'schen Rechnung überein. Kurz vor dieser Entdeckung hatte Auwers eine neue Untersuchung der veränderlichen Eigenbewegung des Sirius, begründet auf die beobachteten Declinationen, begonnen. Diese Arbeit wurde nun von demselben Astronomen in grösserer Ausdehnung fortgesetzt; indem auch die Rectascensionen hinzugezogen und alle von 1750 bis 1864 zwischen Sirius und den Sternen Rigel, α Orionis und α Canis min. an Meridianinstrumenten beobachteten Rectascensionsdifferenzen benutzt wurden. Es ergab sich aus dieser erschöpfenden Untersuchung, dass der von Clark zuerst gesehene, in etwa 10″ Distanz vom Sirius stehende, kleine Begleiter in der That mit dem dunklen Körper identisch ist, dessen Existenz zuerst von Bessel behauptet wurde.

Die definitiven Elemente der Siriusbahn nach Auwers sind:

Umlaufszeit	49,399 Jahre.
Zeit des Perihels	1843,275
Perihel vom Knoten	18° 54,5′
Knoten	61 57,8
Neigung	47 8,7
Excentricität	0,6148
Halbe grosse Axe	2,3307″

Nimmt man, nach Gyldén's Berechnung der Maclear'schen Beobachtungen, die Parallaxe des Sirius zu 0,193″ an, so erhält man mit Auwers:

Masse des Sirius 13,76 Sonnenmassen.

Masse des Begleiters 6,71 Sonnenmassen.

Mittlere Distanz beider Körper von einander: 37 Sonnenweiten = 740 Millionen Meilen. (Auwers, Unters. über veränd. Eigenbewegungen, 2. Theil 1868.)

In Bezug auf die Helligkeit verhält sich Sirius zu seinem Begleiter

fast wie 1 zu 500 (A. N. Nr. 1368); ein neuer Beweis zu der Behauptung, dass Glanz und Masse unter den Fixsternen, in keiner nachweisbaren Beziehung zu einander stehen.

Ueber die Bahn des Procyon ist ebenfalls eine neue und umfassende Untersuchung von Auwers angestellt worden (A. N. Nr. 1371 bis 1373). Sie rechtfertigte vollkommen die Resultate, zu welchen Bessel bereits gelangt war, und die auch Mädler 1851 bestätigt gefunden hatte, als er die Rectascensionen dieses Sternes untersuchte. Auwers hat die Bahnbestimmung des Procyon ausschliesslich auf Rectascensionsbestimmungen, hauptsächlich von Greenwich, Königsberg, Cambridge und Oxford, gegründet und die Declinationen nur zu einem Vergleiche mit den durch die Bahnelemente gegebenen Oertern benutzt, wobei sich eine durchaus befriedigende Uebereinstimmung ergab. Als definitive Elemente (für eine Kreisbahn) findet Auwers:

Epoche des Minimums in AR. =	1795,5676;	wahrsch. Fehler:	± 0,4457 J.
Umlaufszeit	39,972 Jahre,	„ „	0,4043
Jährliche Bewegung . . .	9,00634°	„ „	0,09110°
Radius der Bahn	1,0525″		0,0275″.

Um für die Masse des unsichtbaren Begleiters des Procyon eine untere Grenze angeben zu können, versuchte Auwers aus einer, allerdings nicht ursprünglich in der Absicht einer Parallaxenbestimmung begonnenen, Beobachtungsreihe am Königsberger Heliometer, einen Näherungswerth für die Parallaxe von α Canis minoris abzuleiten. Es ergab sich $\pi = 0{,}123''$ wahrscheinlicher Fehler $\pm$ 0,033″. Mit dieser Zahl findet sich aus den obigen Elementen die Masse des dunkeln Körpers grösser als 0,4 Sonnenmasse. Eine spätere genauere Untersuchung ergab (A. N. Nr. 1415), dass aus den genannten Messungen bloss im Allgemeinen abgeleitet werden kann, dass die Parallaxe des Procyon merklich ist und wahrscheinlich zwischen 0,15″ und 0,35″ liegt.

Die Veränderlichkeit der eigenen Bewegungen von β Orionis, α Hydrae und α Virginis, welche Schubert und Peirce nachweisen zu können glaubten (Gould's Astr. Journ. I.), ist von Auwers nicht bestätigt gefunden worden. Sonach reduciren sich unsere Kenntnisse veränderlicher Eigenbewegungen auf die beiden Fälle, welche Bessel in seinen letzten Lebensjahren nachgewiesen hat.

Sternhaufen.

Der Uebergang von den Doppel- und mehrfachen Sternen zu den eigentlich sogenannten Sternhaufen oder Sternschwärmen, ist ein plötzlicher, ohne vermittelnde Glieder, wenigstens nach dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft. Es ist gar keinem Zweifel unterworfen, dass die Sternschwärme ihrer Natur nach eine wesentlich andere Stellung im Universum einnehmen, als die mehrfachen Sterne. Gründe der Analogie und philosophische Schlüsse führten schon früh dazu, diese merkwürdigen, in mächtigen Teleskopen nicht selten den prachtvollsten Anblick darbietenden Gebilde, unserm Fixsternsysteme als ebenbürtig an die Seite zu stellen; aber in einem Werke, welches den gegenwärtigen Zustand unseres empirischen Wissens darstellen soll, darf bei solchen Reflexionen, in diesem Capitel nur vorübergehend verweilt werden. Herschel hat in der letzten Abhandlung (von 1818), welche von ihm bekannt geworden ist, sich zwar eingehend über die Distanzen einer beträchtlichen Anzahl von Sternhaufen und deren Stellung im Raume verbreitet; allein die Principien, von denen er ausging, sind, wie in dem Capitel über den Bau der Milchstrasse und des Himmels erörtert werden wird, nicht correct und die gefundenen Distanzen beträchtlich zu gross. Inzwischen möge das Wichtigste aus der (neunten) Abhandlung Herschel's von 1818 hier Platz finden, da diese Arbeiten der Geschichte der Wissenschaft angehören.

Indem er von der Entfernung der kugeligen und anderer Sternhaufen spricht, sagt Herschel:

„Wenn man Beobachtungen anstellt, um die Entfernung eines Sternhaufens zu bestimmen, so ist erforderlich, dass man die aichende Kraft bemerkt, welche eben hinreicht, um einige Sterne im Teleskope zu erkennen, das man anwendet. Ist der Sternhaufen von kugeliger Gestalt, aber nicht isolirt, so werden die Sterne, welche zu ihm gehören, sich leicht von denen unterscheiden lassen, die um ihn herum oder über ihn her zerstreut sind. In Sternhaufen von anderer Bauart wird die Zusammen-

drängung oder die scheinbare Grösse der Sterne, den Beobachter leiten. Es gilt hier die Bemerkung, dass weder die Helligkeit noch der Durchmesser des Sternhaufens, dessen Entfernung bestimmt werden soll, in Betracht kommt. — Beim Aufzeichnen der Untersuchungen über himmlische Gegenstände, habe ich mich oft des Ausdruckes auflöslich oder leicht auflöslich bedient, wenn ich aus ihrem Ansehen nicht entscheiden konnte, ob sie in die Classe der eigentlich sogenannten Nebel gehören, oder ob sie nicht aus einer Ansammlung von Sternen beständen, die in so grosser Entfernung waren, dass man sie nicht deutlich erkennen konnte. Aber es ist augenscheinlich, dass die Entfernung eines Sternhaufens nicht bestimmt werden kann, so lange es zweifelhaft ist, ob ein solcher Gegenstand aus Sternen besteht; und dass demnach die Kraft eines Teleskopes, worin nur eben erst Sterne wahrgenommen werden können, die aichende Kraft sein muss, durch welche ihre Tiefe im Raume bestimmt wird; oder die erste Wahrnehmbarkeit bestimmt die aichende Kraft.“ Im fernern Verfolge seiner Abhandlung, gibt Herschel eine Methode an, wie die Lage der Sternhaufen im Raume durch ein körperliches Modell dargestellt werden kann, und wobei die Ebene der Milchstrasse die Fundamentalebene bildet. Die folgende Tafel ist das Resultat der Herschel'schen Untersuchungen. In derselben bezeichnet die Columne *a* die Classe und Nummer der Sternhaufen nach Herschel's Cataloge und dem Verzeichnisse in der Connaissance des Temps 1784. Die Columne *b* enthält die Distanz der Sternhaufen vom Auge im Mittelpunkte, ausgedrückt in Sternweiten oder mittleren Abständen der Sterne 1. Grösse. Diese Zahlen sind übrigens alle beträchtlich zu gross, wie im vorletzten Abschnitte des gegenwärtigen Werkes nachgewiesen ist. Die dritte Columne *c* gibt den Elevationswinkel der Sternhaufen über der Ebene der Milchstrasse; die vierte *d* das Azimuth in dem betreffenden Quadranten von Süd oder Nord gezählt. Die fünfte Spalte *e* enthält den Gesichtspunkt oder die Stellung, in welcher sich das Auge eines Beobachters befinden muss, wenn mit Hülfe eines Himmelsglobus die Tiefe eines in der von Herschel gezeichneten Figur bezeichneten Haufens untersucht werden soll.

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	SW
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	SW
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	SW
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	SW
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	SW
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	SW
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	SW
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	SW
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	5	SO
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	SO
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	SO
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	SO
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	36	SW
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	43	SO
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	SO
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	SW
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	30	[illegible]	SW
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	41	SW
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	32	SW
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	5	[illegible]	SW
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	3	SW
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	29	SO
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	12	SW
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	57	SO
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	36	9	SW
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	58	SW
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	3	55	SW
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	79	23	SW
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	69	27	SW
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	36	2	SW
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	SO	61	54	SW
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	30	SO	23	30	SW
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	N	[illegible]	43	NO	29	17	SO
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	N	[illegible]	28	NO	28	32	SO
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	N	30	29	SO	39	31	SW
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	N	[illegible]	4	SW	6	56	SO
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	N	3	1	SW	86	59	SO
[illegible]	[illegible]	[illegible]	35	S	59	6	SO	30	54	SO
[illegible]	[illegible]	4	[illegible]	S	66	6	NO	23	54	SO
[illegible]	[illegible]	32	[illegible]	S	6	40	NO	3	20	SO
[illegible]	[illegible]	43	53	S	15	28	NW	74	32	SW
[illegible]	[illegible]	36	29	S	78	9	SO	11	51	SW
[illegible]	[illegible]	30	32	S	47	36	NW	42	24	SW
79	344	29	25	S	76	47	SW	13	13	SO
80	134	18	41	N	48	39	SO	41	21	SW
92	243	35	33	N	55	50	NO	34	10	SO
97	980	58	52	N	26	5	NW	63	55	SW

Was die Vertheilung der Sternhaufen an der Himmelssphäre anbelangt, so liegen dieselben im Allgemeinen weniger vereinzelt, sondern zeigen sich lagerweise in der Nähe der Milchstrasse. Der grösste, auf verhältnissmässig engem Raume zusammengedrängte, Reichthum, findet sich, nach den Untersuchungen von Sir John Herschel, am südlichen Himmel, in $16^h\ 45^m$ bis 19^h Rectascension, zwischen der südlichen Krone, dem Schützen, dem Schwanze des Scorpions und dem Altare. Wenn sich das Maximum der Nebelflecke um 13^h herum am Himmel gruppirt, so fällt dagegen das Maximum der Sternhaufen weder mit dieser Richtung zusammen, noch senkrecht darauf, sondern steht lateral in der Richtung von 19^h.

In dem Cataloge des ältern Herschel finden sich 197 Sternhaufen in drei Classen aufgeführt. Diese Zahl ist einestheils durch die Beobachtungen von Sir John Herschel am Cap, anderntheils aber durch die, unter Anwendung von mächtigeren optischen Hülfsmitteln gelungene Zerlegung einzelner Herschel'scher Nebelflecke in Sternschwärme, gegenwärtig beträchtlich vermehrt worden.

William Herschel hat in seiner (siebenten) Abhandlung von 1814 sich ausführlich über die Sternhaufen und ihre Bildungsweise verbreitet. Nach ihm zeigt sich das Bestreben der Sterne: Haufen zu bilden, am deutlichsten in äusserst sternreichen Gegenden, aber dort sind die Sternhaufen meist von unregelmässiger Gestalt und Ansammlung. „Die Sternhaufen," fährt der grosse Beobachter fort, „welche sich in und nahe der Milchstrasse befinden, kann man ansehen als ebenso viele Stücke einer grossen Masse, überwältigt und gegeneinander gezogen von der haufenbildenden Kraft, deren Dasein sie eben beweisen." Diese und die im weitern Verlaufe seiner Abhandlung von Herschel entwickelten Anschauungen, welche stets die Entstehungsgeschichte jener Gebilde illustriren sollen, sind im Allgemeinen einander widersprechend und von nur untergeordneter Bedeutung. Ungleich grössern Werth besitzt die detaillirtere Untersuchung, die trigonometrische Aufnahme der ausgezeichnetern Sternhaufen, welche man dem Fleisse und Talente einzelner neuerer Beobachter verdankt. Die hin und wieder gegebenen allgemeinen Zeichnungen, besonders gedrängter Sternhaufen, bieten dem denkenden Geiste ein hohes Interesse dar, speciell wissenschaftlichen Werth haben sie nicht.

Schon in den Jahren 1836 und 1837 fasste Lamont die Untersuchung der Sternhaufen (und Nebelflecke) von der richtigen, wissenschaftlichen Seite auf, indem er versuchte, dieselben genauer und mehr in das Detail eingehend, zu bestimmen und aufzuzeichnen. Dieser Arbeit verdankt die Wissenschaft u. A. die trigonometrische Aufnahme des grossen Sternhaufens im Perseus (AR. $2^h\ 9{,}3^m$, NP. D. $33^0\ 30'$ f. 1860). Derselbe besteht aus etwa 100 Sternen von der 8. Grösse bis herab zu den kleinsten Lichtpunkten, welche in dem achtzehnfüssigen Fernrohre der Sternwarte bei München noch sichtbar sind. Der Sternhaufen im Sobieski'schen Schilde (AR. $18^h\ 43{,}6^m$, NP. D. $96^0\ 26'$ für 1860) ist ebenfalls von

Lamont genau vermessen worden. Die Zeichnung dieses Astronomen stellt, in einer Ausdehnung von etwa 4 Minuten im Quadrate, 128 Sterne dar. Leider hat Lamont später die Arbeit wieder aufgegeben. „Der Erfolg," sagt er, „war wenig bedeutend, denn die Arbeit ist ungemein weitläufig und schwierig und würde, wenn Erspriessliches geleistet werden soll, auf einen langen Zeitraum die ganze Thätigkeit einer Sternwarte in Anspruch nehmen. Bei Vermessung eines Sternhaufens gehört schon länger fortgesetzte Beobachtung dazu, um sich nur in dieser zahllosen Menge von kleinen Lichtpünktchen gehörig zu orientiren; die Messung der Winkel erfordert auch vielen Zeitaufwand. Was die ganz dichten Sternhaufen betrifft, so fand ich es absolut unmöglich, bestimmte Anhaltspunkte zu merken und wiederzuerkennen" (Lamont Astronomie, S. 135).

Die Messungen des Sternhaufens *h* Persei (AR 2^h $12{,}7^m$ NP. D. 33° 33′ f. 1860), welche Professor Krüger in den Jahren 1860 und 1862 ausgeführt, sind vergleichbar den Bestimmungen Bessel's für die Plejaden, indem dort wie hier durch Heliometermessungen möglichst genaue Positionen erstrebt wurden. Durch die Messungen von Prof. Krüger sind die Positionen von 43 der vorzüglichsten Sterne des Haufens bestimmt und ist eine genaue Karte des letztern construirt worden (Abhandlungen der Finnischen Societät d. Wissenschaften 1866).

Die genaue Vermessung des dritten der grossen Sternhaufen im Perseus (AR 2^h $33{,}0^m$, NP. D. 47° 49′ für 1860), hat O. A. L. Pihl, hauptsächlich in den Jahren 1862 bis 1866, ausgeführt. Diese Arbeit ist um so anerkennenswerther, als sie, trotz beschränkter Hülfsmittel, eine grosse Genauigkeit der Resultate bietet. Mit Zugrundelegung der gemessenen Positionen von 85 Sternen, hat O. Pihl in einer Karte des Sternhaufens noch weitere 32 Sterne des betreffenden Haufens bis zur 10,5. Grösse, nach sorgfältigen Ocularschätzungen eingetragen, d. h. alle diejenigen, welche in dem angewandten Fernrohre von $3\frac{1}{4}''$ Oeffnung, unter den günstigsten Umständen noch sichtbar waren (Pihl, Micrometric Examination of Stellar Cluster in Perseus, Christiania 1869).

Der Zukunft bleibt, bezüglich der individuellen Untersuchung einzelner Sternhaufen sowohl, als rücksichtlich ihrer Stellung im Universum, speciell zu den Nebelflecken, noch ein weites Feld offen. Gegenwärtig ist eine scharfe Grenze zwischen Sternhaufen und Nebelflecken bei einer allgemeinen Darstellung des Zustandes unserer Kenntnisse von denselben, nicht wohl zu ziehen, obgleich allerdings durch die Spectralanalyse die Existenz wirklicher Nebelmassen in den Himmelsräumen nachgewiesen und damit die Behauptung Derjenigen widerlegt ist, welche in den Nebelflecken nur sehr entfernte Sternhaufen erblicken wollten.

Die Nebelflecke.

Die Kenntniss der Nebelflecke, der seltsamsten und nur in mächtigen Teleskopen wahrnehmbaren Gebilde des Weltenraumes, ist noch sehr jungen Datums, ja, erst in den letzten Jahren hat die Spectralanalyse begonnen, uns ausser der allgemeinen Gestaltung und Positionsbestimmung jener Gebilde, auch sichere Aufschlüsse über die individuelle, physische Natur derselben zu verschaffen. Abgesehen von den fünf nebeligen Sternen im Almagest des Ptolemäus, die weiter nichts sind als, sehr grob zerstreute, schon in den allerschwächsten Fernrohren auflösbare, Sternhaufen; findet sich die erste Erwähnung wirklicher Nebelflecke, um die Mitte des zehnten Jahrhunderts bei dem arabischen Astronomen Abdurrahman Sufi aus dem persischen Irak. Er gedenkt des „weissen Ochsen“, tief unter dem Sterne Canopus glänzend, und bezeichnet damit zweifellos jenes wundersam zusammengesetzte Gebilde, das heute den Namen die grosse magelhanische Wolke führt.

Nach Erfindung des Fernrohres entdeckte Simon Marius am 15. December 1612 den, übrigens schon einem scharfen, unbewaffneten Auge sichtbaren, Nebelfleck bei ν der Andromeda. (Marius, Mundus jovialis. Norimb. 1614.) Er vergleicht sein Licht sehr charakteristisch mit dem hellen Scheine einer Lampe, die durch eine Scheibe von Horn gesehen wird. Simon Marius fand es merkwürdig, dass Tycho, der alle Sterne im Gürtel der Andromeda aufgezählt habe, dieses Nebelsternes nicht gedenke, und lässt die Frage unentschieden, ob jener Stern vielleicht seitdem neu entstanden sei. Inzwischen fühlte sich der Hof-Mathematiker des Markgrafen von Culmbach nicht veranlasst, nach weiteren Nebelflecken zu suchen, sonst würde er wohl bei einiger Aufmerksamkeit auch den grossen Nebel im Orion, das merkwürdigste Gebilde dieser Art welches in unserer Hemisphäre sichtbar ist, gefunden haben. Die erste Erwähnung dieses grossen und überaus unregelmässigen Nebelflecks, findet sich viel-

mehr bei Johann Baptist Cysat, der als Nachfolger Scheiner's eine Zeitlang den Lehrstuhl der Mathematik zu Ingolstadt inne hatte. In seiner Beschreibung des zweiten Kometen von 1618 (Cysat. Math. astron. de loco Cometae 1818. Wolf, J. B. Cysat v. Luzern. Bern 1853) weist er, um die Auflösung des Kometenkerns im December 1618 zu charakterisiren, auf die, gleichsam wie auf einer weissen Wolke lagernde, Sterngruppe im Schwerte des Orion hin und bezeichnet damit deutlich genug diesen grossen Nebel, der seltsamer Weise der Wahrnehmung Galilei's und des so fleissig beobachtenden Hevel entgangen ist. Die allgemeine Aufmerksamkeit wandte sich indess diesem wundersamen Gebilde erst zu, nachdem Huygens dasselbe, ohne von einer frühern Erwähnung desselben zu wissen, als eigene Entdeckung beschrieb. „Im Schwerte des Orion," sagt dieser grosse Forscher, „werden von den Astronomen drei Sterne aufgezählt, die sehr nahe an einander liegen. Als ich nun zufällig im Jahre 1656 den mittlern dieser Sterne durch mein Fernrohr betrachtete, zeigten sich mir statt eines einzelnen Sternes zwölf, was (bei Fernrohren) allerdings nichts Seltenes ist. Von diesen waren drei fast einander berührend, und andere vier leuchteten wie durch einen Nebel: sodass der Raum um sie her viel heller erschien als der übrige Himmel. Dieser war gerade sehr heiter und zeigte sich ganz schwarz; es war daher die Erscheinung, als gebe es hier eine Oeffnung, eine Unterbrechung. Alles dies sah ich bis auf den heutigen Tag mehrmals und in derselben Gestalt unverändert: also, dass dies Wunderwesen, was es auch sein möge, dort seinen Sitz wahrscheinlich für immer hat. Etwas Aehnliches habe ich bei den übrigen Fixsternen nie gesehen." (Hugenii Opera varia. Lugd. Bat. 1724 p. 540.) Einige wenige Nebelflecke des südlichen Himmels beobachtete zuerst Edmund Halley 1677, bei seinem Aufenthalte auf der Insel Helena. Hevel's Sterncatalog enthält 14 Nebulosae, von denen indess nur zwei — der grosse Nebel in der Andromeda und die Krippe im Krebs — mit jetzt bekannten nebulösen Gegenständen sich identificiren lassen. Derham's Verzeichniss (Phil. Transact. 1733) enthält ausser den 6 Nebeln aus Halley's Verzeichnisse (Phil. Transact. 1716) 16 Nebel, die in Hevel's Sterncatalog sich befinden sollen. Nach den Untersuchungen von Dr. G. Schultz finden sich hier indessen nur 13 jener Gegenstände, von den drei übrigen aber kommen 2 in Halley's Sterncatalog vor (und sind nicht in Halley's Verzeichnisse in der Phil. Transact. von 1716 enthalten) während der dritte von Hevel nicht als Nebulosa angegeben wird. Da Derham die von ihm aufgeführten Nebel nicht alle selbst beobachtete und Hevel die Nebulosae seines Sterncatalogs vielleicht nie teleskopisch betrachtete (oder doch bloss so beschrieb wie sie sich dem blossen Auge darstellen), so ist es keineswegs auffallend, in Derham's Verzeichnisse wirklichen Nebeln (oder Sternhaufen) nicht zu begegnen. Fast 20 Jahre später, in den Jahren 1750 bis 1752, beobachtete der fleissige Lacaille die Nebelflecke der südlichen Hemisphäre und unterschied zuerst mehrere Classen derselben. Sein Ca-

talog enthält 42 Nummern von Nebelgebilden, die ohne Ausnahme schon in schwachen Fernrohren sichtbar und zum grossen Theile auch in Sterne auflösbar sind; er umfasst drei Classen von je 14 Objecten, nämlich: 1. Sternhaufen und aufgelöste Nebel, 2. Sterne mit Nebel verbunden und 3. Nebel ohne Sterne. Damals war die nördliche Hemisphäre bezüglich ihres Gehalts an Nebelflecken noch so gut wie unbekannt, denn ausser den grossen Nebeln im Orion und der Andromeda waren bis dahin nördlich vom Aequator nur wenige Nebel aufgefunden worden, so der Nebel im Schützen durch Abraham Ihle 1665, der Nebel im Hercules durch Halley 1714, der Nebel zwischen dem Kopfe des Pegasus und des Füllens 1746 von Maraldi, der kleine runde Nebel einige Minuten vor dem in der Andromeda am 29. October 1749 von Legentil. Später wandte Méchain seine Aufmerksamkeit auch den Nebelflecken zu und beschrieb 19 Gebilde dieser Art, die freilich alle schon in Fernrohren mittlern Ranges sichtbar sind. Allein erst Messier widmete dem Gegenstande eine grössere und gebührendere Thätigkeit. Das Verzeichniss der von ihm mit 3- und $3\frac{1}{2}$-füssigen Refractoren, auf dem Observatoire de la Marine in der Rue des Mathurins zu Paris, beobachteten Nebelflecke und Sternhaufen, enthält 103 Objecte. Scheidet man hiervon aus: die von Lacaille, Méchain und Anderen beobachteten, sowie die dem blossen Auge sichtbaren Gebilde, so bleiben 61 Objecte übrig, deren Auffindung dem Fleisse Messier's zu verdanken ist. Die nachstehende tabellarische Zusammenstellung enthält die Angaben Messier's über diese Nebel. Allerdings haben die Charakterisirungen des berühmten Kometenentdeckers, infolge der späteren Arbeiten William Herschel's, ihre Wichtigkeit verloren; allein die Wiedergabe dieses Theiles von Messier's Catalog erscheint in gegenwärtigem Werke gerechtfertigt, weil er eine richtige Würdigung der unmittelbar darauf folgenden Arbeiten des genialen William Herschel gestattet.

Catalog der von Messier entdeckten Nebelflecke und Sternhaufen.

Nr.	Datum der Auffindung	Rectascension	Declination	Bemerkungen
3	1764 Mai 3	202°51'19"	+ 29°32'57"	3'Durchmesser. Sternlos, rund, der Mittelpunkt glänzend. Leicht sichtbar.
5	„ 23	226 39 4	+ 2 57 16	Schöner Nebel ohne Sterne, 3' Durchm.
8	„ 23	267 29 30	24 21 10	Sternhaufen 30' Durchmesser.
9	„ 28	256 20 36	18 13 26	Nebel ohne Sterne, lichtschwach.
10	„ 29	251 11 6	3 42 18	„ „ „ rund, „
12	„ 30	248 43 10	2 30 28	„ „ „ „ „
14	Juni 1	261 18 29	3 5 45	„ „ „ lichtschwach u. klein.
16	„ 2	271 15 3	13 51 44	Haufen kleiner Sterne mit schwachem Lichte vermischt.
17	„ 3	271 45 48	16 14 44	Lichtstreifen ohne Sterne 5' bis 6' lang in Gestalt einer Spindel, ungefähr wie der in der Andromeda, aber sehr lichtschwach. Zwei teleskopische Sterne sind dabei, parallel mit dem Aequator.
18	„ 3	271 34 3	17 13 14	Haufen kleiner Sterne mit leichtem Nebel umgeben.
19	„ 5	252 1 45	25 54 46	Nebel ohne Sterne, 3' Durchmesser.
20	„ 5	267 4 5	22 59 10	Sternhaufen.
21	„ 5	267 31 35	22 31 25	„ Sterne 8. bis 9. Grösse von Nebel umgeben.
23	„ 20	265 42 50	18 45 55	Sternhaufen 15' Durchmesser.
24	„ 20	270 26 0	18 26 0	Grosser Sternhaufen in der Milchstrasse.
25	„ 20	274 25 0	19 5 0	Haufen kleiner Sterne.
26	„ 20	278 5 25	9 38 14	„ „ „ schwierig.
27	Juli 12	297 21 41	+ 22 4 0	Nebel ohne Sterne, oval.
28	„ 27	272 29 30	24 57 11	„ „ „ rund, schwer zu sehen.
30	August 3	321 46 18	24 19 4	„ „ „ „ „ „
33	„ 25	20 9 17	+ 29 32 25	„ „ „ fast gleichförmig dicht.
34	„ 25	36 51 37	41 39 32	Haufen kleiner Sterne.
35	„ 30	88 40 9	+ 24 33 30	„ sehr „ „
36	Septbr. 2	80 11 42	+ 34 8 6	„ „ „ „ ohne Nebel
37	„ 2	84 15 12	+ 32 11 51	Haufen kleiner Sterne mit etwas Nebel vermischt.
38	„ 25	78 10 12	+ 36 11 51	Haufen kleiner Sterne ohne Nebel, 15' Durchmesser.
39	Octbr. 24	320 57 10	+ 47 25 0	Sternhaufen, 1° Durchmesser.
41	1765 Januar 16	98 58 12	20 33 0	Sternhaufen, über dem Sirius.
43	1769 März 4	81 3 0	5 26 37	Stern von Nebel umgeben.
46	1771 Febr. 19	112 47 43	14 19 7	Haufen sehr kleiner Sterne mit etwas Nebel.
47	„ 19	116 3 58	14 50 8	Sternhaufen ohne Nebel
48	„ 19	120 36 0	9 16 42	Haufen sehr kleiner Sterne ohne Nebel.
49	„ 19	184 26 58	+ 9 16 9	Nebel bei ρ virginis, schwierig zu sehen.
50	1772 April 5	102 57 28	7 57 42	Haufen kleiner Sterne.

Nr.	Datum der Auffindung	Rectascension	Declination	Bemerkungen
	1774			
51	Januar 11	200° 5′48″	+ 48°24′24″	Nebel ohne Sterne. Ein Stern 8. Gr. ist dabei. Er ist doppelt, jeder hat ein glänzendes Centrum und 4′35″ Durchmesser. Die beiden Atmosphären berühren sich. Die eine ist schwächer als die andere.
52	Septbr. 7	348 39 27	+ 60 22 12	Haufen sehr kleiner Sterne mit Nebel gemischt.
53	Febr. 26	195 30 26	+ 19 22 44	Nebel ohne Sterne.
	1778			
54	Juli 24	280 12 55	30 44 1	Sehr schwacher Nebel ohne Sterne mit glänzendem Centrum.
	1779			
56	Januar 23	287 0 1	+ 29 48 14	Nebel ohne Sterne, bei ihm ein Stern 10. Grösse.
58	April 15	186 37 23	+ 13 2 42	Sehr schwacher Nebel.
59	„ 15	187 41 38	+ 12 52 36	„ „ „
60	„ 15	188 6 53	+ 12 46 2	„ „ „ etwas heller als die beiden vorhergehenden.
61	Mai 11	182 41 5	+ 5 42 5	Sehr schwacher Nebel.
62	Juni 4	251 48 24	29 45 30	Schöner Nebel, der Mittelpunkt glänzend, von schwachem Lichte umgeben. Er gleicht einem kleinen Kometen.
	1780			
64	März 1	191 27 38	+ 22 52 31	Schwacher Nebel.
65	„ 1	166 50 54	+ 14 16 8	Sehr schwacher Nebel ohne Sterne.
66	„ 1	167 11 39	+ 14 12 21	„ „ „
67	April 6	129 6 57	+ 12 36 38	Haufen kleiner Sterne, mit Nebel.
68	„ 9	186 54 33	25 30 20	Sehr schwacher Nebel ohne Sterne.
70	August 31	277 13 16	32 31 7	Nebel ohne Sterne.
73	Octbr. 4	311 43 4	13 28 40	Haufen von 3 oder 4 kleinen Sternen, gleicht auf den ersten Blick einem Nebel, hat etwas Nebelichtes in sich.
	1781			
84	März 18	183 30 21	+ 14 7 1	Nebel ohne Sterne, der Mittelpunkt glänzend umgeben mit leichtem Nebel.
86	„ 18	183 46 21	+ 14 9 52	Nebel ohne Sterne.
87	„ 18	184 57 6	+ 13 38 1	„ „ „
88	„ 18	185 15 49	+ 15 37 51	„ „ „ sehr lichtschwach.
89	„ 18	186 9 36	+ 13 46 49	„ „ „ ausserordentlich lichtschwach.
90	„ 18	186 27 0	+ 14 22 50	Nebel ohne Sterne, ausserordentlich lichtschwach.
91	„ 18	186 37 0	14 57 6	Nebel ohne Sterne, noch schwächer als der vorhergehende.
92	„ 18	257 38 3	+ 43 21 59	Nebel glänzend, ohne Stern. Der Mittelpunkt ist hell und glänzend, umgeben mit Nebellicht und gleicht dem Kern eines grossen Kometen.
93	„ 20	113 48 35	23 19 45	Haufen kleiner Sterne ohne Nebel, 8′ Durchmesser.
101	„ 27	208 52 4	+ 55 24 25	Nebel ohne Sterne, sehr düster, 6′ bis 7′ Durchmesser.

Die Geschichte der Nebelbeobachtungen vor Herschel zusammenfassend, sagt Dr. G. Schultz: „Es ist wahrscheinlich, dass Halley der Erste gewesen, der sich etwas mehr für diese Beobachtungen interessirte, und dass, der Uebrigen nicht zu gedenken, seine nächsten Nachfolger auf diesem Felde, Derham (der wenigstens 5 der Nebel in Halley's Catalog beobachtet), Chéseaux und Legentil waren. Von eigentlichen Beobachtungsreihen von Nebeln ist übrigens vor Lacaille gar nicht zu sprechen, wenn auch die Beobachtungen von Chéseaux eine schwache Ausnahme davon machen sollten. Es ist indess unzweideutig, dass das durch die Entdeckung des Orion-Nebels und durch Bulliaud's Neuentdeckung des Andromeda-Nebels endlich erwachende wissenschaftliche Interesse für die Nebel nicht mehr ganz verschwand, dass es aber von dieser Zeit an ohne grössere Unterbrechung sich stets entwickelt habe. Ohne Frage wäre es also ganz berechtigt, den Anfang der Geschichte des Nebelstudiums von der Entdeckung des Orion-Nebels zu rechnen, obgleich man zugeben muss, dass alle Nebelbeobachtungen vor W. Herschel, eine sehr geringe wissenschaftliche Bedeutung haben.

„Das eigentliche Nebelstudium, wenn man es so nennen will, war vor Lacaille fast ausschliesslich auf die beiden letztgenannten grossen Nebel beschränkt, bei welchen man grosse Veränderungen in Lichtstärke und Gestalt wahrzunehmen glaubte. Hinsichtlich des Andromeda-Nebels schien diese Vermuthung von der eigenthümlichen Entdeckungsgeschichte desselben bestätigt zu werden. Ohne hier weiter darauf einzugehen, will ich als Gegenstück dazu nur auf Folgendes aufmerksam machen. In Argelander's Uranometrie sind 19 nebulöse Gegenstände angegeben, von welchen nur 3 in den Nebelcatalogen nicht vorkommen. Während der ganzen vorteleskopischen Zeit sind nur die zwei Sterngruppen im Perseus (als ein Gegenstand) und Praesepe von Hipparch und später noch der Andromeda-Nebel entdeckt worden — von Hipparch bis Huygens also ausser dem Nebel in der Andromeda kein neuer; und Hipparch's (und Ulug Beigh's) Nebel im Perseus erst viel später wiedererwähnt. Das kann als Beweis dafür dienen, wie wenig der Umstand, dass z. B. Hipparch und Tycho den Andromeda-Nebel nicht beobachtet haben, eine Berechtigung gab, auf die wahrscheinliche Veränderlichkeit desselben zu schliessen." (Astr. Nachr. Nr. 1585.)

Herschel's Beobachtungen der Nebelflecke reichen bis zum Jahre 1779 herauf, wo er die Tiefen des Himmels mittels eines siebenfüssigen F[illegible]urchforschte. Im Jahre 1784 legte er der königl. Gesellschaft [illegible]ne erste Abhandlung über den Bau des Himmels vor, in [illegible]er auf die Nebelflecke eingeht; weitere Abhandlungen, von [illegible]n in den Jahren 1785, 1786, 1791, 1802, 1811 [illegible]gen Zeitraume hat der grosse Beobachter unter [illegible]rn Beschäftigung mit dem Gegenstande sowohl [illegible]skope, seine Ansichten mehrfach verändert. Ich [illegible]ische Zusammenstellung der hauptsächlichsten

Ausführungen Herschel's über die Nebelflecke, und die damit zusammenhängenden Gebilde.

1784. „Da ich zu meinen gegenwärtigen Absichten mein Teleskop als ein festes Instrument gebrauchen musste, so fand ich nicht für rathsam, dasselbe auf irgend einen andern, von den in der Connaissance des temps angegebenen Nebelflecken zu richten, als auf solche, die der Reihe nach zum Vorschein kamen. Auch brauchte ich mich in der That nicht sonderlich mit ihrer Aufsuchung zu bemühen, weil es schlechterdings unmöglich war, dass auch nur irgend einer derselben meiner Wahrnehmung entgehen könne, wenn er das Gesichtsfeld meines Teleskops durchlief. Die Wenigen, die ich bereits Gelegenheit gehabt zu untersuchen, zeigen deutlich, dass die vortrefflichen französischen Astronomen Messier und Méchain nur den lichtern Theil ihrer Nebelflecke erblickten, während der schwächere Ueberrest aus Mangel an Licht ihrer Wahrnehmung entging. — Als ich die gegenwärtige Beobachtungsreihe begann, vermuthete ich, dass verschiedene Nebelflecke wegen ihrer Lichtschwäche bis jetzt noch nicht aufgefunden sein möchten, und überliess mich der Hoffnung, zu dem Cataloge Messier's eine schätzbare Zugabe zu liefern. Der Erfolg hat klar bewiesen, dass meine Erwartungen wohl begründet waren; denn ich habe bereits 466 neue Nebelflecke und Sternhaufen gefunden, von denen keiner bis dahin von irgend Jemand beobachtet worden war. —

„Ein sehr merkwürdiger Umstand bei den Nebelflecken und Sternhaufen ist der, dass sie in Schichten geordnet sind, die in grosser Erstreckung fortzulaufen scheinen. Einige von ihnen bin ich schon im Stande gewesen so weit zu verfolgen, dass meine Muthmaassungen über ihre Gestalt und Richtung ziemlich gegründet sein dürften. Es ist wohl wahrscheinlich, dass sie die ganze scheinbare Sphäre des Himmels umgeben mögen, nicht ungleich der Milchstrasse, die ohne Zweifel nichts anderes als eine Schicht von Fixsternen ist. Und so wie dieses letzte unermessliche Sternlager nicht allenthalben von gleicher Breite und Klarheit ist, noch in einer geraden Richtung fortläuft, sondern gekrümmt und ein beträchtliches Stück hindurch sogar in zwei Strömungen getheilt ist; so lässt sich in gleicher Weise die grösste Mannigfaltigkeit in den Schichten der Sternhaufen und Nebelflecken erwarten. Eins von diesen Nebellagern ist so reichhaltig, dass, da ich nur einen Abschnitt desselben in der kurzen Zeit von 36 Minuten durchging, ich nicht weniger als 31 Nebelflecke entdeckte, auf einem schönen blauen Himmel alle deutlich sichtbar. Ihre Lage und Gestalt sowohl als Beschaffenheit, scheint alle nur erdenkliche Mannigfaltigkeit anzuzeigen. In einer andern Schicht oder vielleicht in einem andern Arme der erstern, sah ich doppelte und dreifache Nebelflecken in mannigfaltiger Anordnung; grosse mit kleinen, die Begleiter zu sein scheinen; schmale, aber sehr ausgedehnte lichte Nebelflecken, oder glänzende Tüpfel, einige von der Gestalt eines Fächers, der aus einem lichten Punkte, gleich einem elektrischen Büschel, herauskommt; andere von kometenartigem Aussehen, mit einem anscheinenden Stern im

Mittelpunkte; oder gleich wolkigen Sternen, umringt von einer nebligen Atmosphäre; eine andere Gattung wiederum enthielt einen Nebel von der milchigen Art, gleich jener wundersamen, unerklärlichen Erscheinung um den Stern ϑ des Orion; indess wiederum andere mit einer Art von matterem, gefleckten Lichte schimmern, welches ihre Auflösbarkeit in Sterne verräth. —

„Meine letzteren Beobachtungen über die Nebelflecke ergaben bald, dass sich dieselben im Allgemeinen viel mehr in gewissen bestimmten Richtungen zeigen als in anderen; dass die ihnen vorangehenden Regionen meistens gänzlich ihrer Sterne beraubt waren, so dass oft mehrere Gesichtsfelder sich ohne einen einzigen Stern zeigten; dass die Nebelflecke gemeinhin einige Zeit nachher unter Sternen von einer gewissen beträchtlichen Grösse und nur selten zwischen sehr kleinen Sternen erschienen; dass, wenn ich zu einem Nebelfleck kam, meistens noch mehrere in der Nachbarschaft sich vorfanden, und darauf eine ziemliche Zeit verging, ehe ich auf ein anderes Lager traf.

„Ehe ich diese Abhandlung beschliesse, will ich auf gutes Glück noch einige Bemerkungen über die Richtung einzelner Hauptschichten beifügen. Der sehr bekannte, dem blossen Auge sichtbare, Nebelfleck im Krebse, gehört wahrscheinlich zu einer gewissen Schicht, in welcher er die uns nächste Stelle einnimmt. Ich nenne diese Schicht die Schicht des Krebses. Sie erstreckt sich von ε des Krebses südwärts über den Nebelfleck Nr. 67 (des Messier'schen Catalogs), welches ein sehr schöner und dicht gedrängter Sternhaufen ist. Von diesem Nebelfleck geht die Schicht des Krebses gegen den Kopf der Wasserschlange hin, weiter aber als bis zum Aequator habe ich noch nicht Zeit gehabt ihr nachzuspüren.

„Eine andere Schicht, die dem Sonnensysteme vielleicht am nächsten liegt, ist die Schicht der Locken der Berenice, wie ich sie nennen will. Ich vermuthe, dass das Haar der Berenice selbst einer von den in derselben befindlichen Sternhaufen ist und nur wegen seiner grossen Nähe so grob zerstreut erscheint. Es hat manche Hauptnebelflecke sehr nahe bei sich und diese Schicht läuft wahrscheinlich eine beträchtliche Strecke weit fort. Sie mag vielleicht in einem Kreise um den ganzen Himmel gehen, obwohl vermuthlich nicht in einem grössten Kreise der Kugel." —

In der zweiten Abhandlung von 1785 versucht Herschel eine Theorie der Bildung der Nebel aufzustellen. Er hält alle Nebelflecke für sehr entfernte Sternhaufen und sucht die ersten Ursachen für das Zustandekommen der Sternhaufen in der verschiedenen Masse der einzelnen Sterne, wodurch in gewissen Fällen ein beträchtlich grosser Stern andere kleinere an sich ziehen und auf diese Weise nach und nach einen kugelförmigen Haufen bilden soll. Auch die unregelmässigen Gestalten der Sternhaufen sucht Herschel durch die Attraction gewisser grösserer oder besonders günstig gruppirter Sterne zu erklären. Den Einwurf, dass auf dem auseinandergesetzten Wege schliesslich ein allgemeiner Zusammensturz des Fixsternhimmels eintreten müsse, sucht Herschel auf eine ziemlich vage

Weise zu widerlegen, und bemerkt schliesslich, die Sternhaufen möchten wohl die Laboratorien des Weltalls sein, worin die kräftigsten Gegenmittel wider den Verfall des Ganzen bereitet würden. In einem besonderen Capitel, über den „Ursprung der Nebelschichten“, behauptet Herschel, dass die Sternschicht (der Nebel, wie er sie nennt), welche wir bewohnen, weniger Merkmale eines hohen Alterthums zeige als die übrigen. Man müsse sich, um diesen Gedanken zu verdeutlichen, erinnern, dass die Verdichtung der Sternhaufen einer allmäligen Annäherung zugeschrieben werde, so dass es nicht wunderbar erscheinen könne, wenn er ein gewisses Aussehen von Jugend und Stärke manchen Regionen zuschreibe, über welche die Sterne regelmässig ausgestreut sind. „Zudem,“ fährt Herschel fort, „gibt es einige Stellen in unserer Fixsternschicht, von denen man den grössten Grund hat, zu glauben, dass die Sterne — wenn man nach dem Anscheine urtheilen sollte — im Begriffe sind, sich gegen mancherlei Neben-Mittelpunkte hinzuziehen und so mit der Zeit sich in verschiedene Haufen absondern und viele Unterabtheilungen veranlassen werden. Hiernach lässt sich vermuthen, dass, wenn eine Nebelschicht hauptsächlich aus kugelförmigen und mehr oder weniger regelmässigen Nebelflecken besteht, dieselben ihren Ursprung wahrscheinlich dem Verfalle — wenn ich's so nennen mag — eines grossen zusammengesetzten, unregelmässigen Nebels verdanken, ebenso wie die nach langer Zeit darin entstandenen Unterabtheilungen verursacht haben, dass alle aus ihr entsprungenen kleinen Nebelflecke in einer gewissen Ordnung und so liegen, wie sie sich von der Hauptschicht abgesondert haben. In analoger Weise ist es leicht möglich, dass nach unzähligen Zeitaltern unser Fixsternsystem sich so zertheilen kann, dass daraus eine Schicht von zweihundert bis dreihundert Nebelflecken entstehe; denn es würde leicht sein, manche Stellen anzugeben, wo die Sterne bereits anfangen sich in Haufen zu sammeln.“

Nachdem Herschel nun eine Anzahl von sehr zusammengesetzten Nebeln aufgezählt hat, kommt er zu einer Classe von Nebelflecken, die er planetarische (Scheiben-) Nebel nennt und deren ersten (bei γ im Wassermanne) er am 7. September 1782 auffand. Nach Aufzählung und Charakterisirung von 8 Objecten dieser Art, verbreitet er sich näher über die Natur dieser Gegenstände. „Wenn es nicht zu gewagt wäre,“ sagt Herschel, „den Gedanken von einer Erneuerung in den Laboratorien des Weltalls weiter zu verfolgen, so würde ich behaupten, die Sterne, welche jene merkwürdigen Nebel bilden, wären durch Verfall oder eine Zerrüttung der Natur nicht mehr zu ihrer vorigen Bestimmung tüchtig, und ständen, nachdem sie ihre Wurfkräfte einer in des andern Atmosphäre eingebüsst, im Begriffe, zuletzt zusammenzustürzen und entweder in allmäligem Fortschritte oder durch einen allgemeinen, furchtbaren Zusammenstoss, sich zu einem neuen Körper zu vereinigen.“

1789. — „Die einfachste Form, in welcher wir ein Sternsystem ansehen können, ist die Kugelgestalt; sie ist zugleich diejenige, welche in der Wirklichkeit am häufigsten vorkommt.“

Herschel entwickelt nun drei Gesetze der Bildung der Sternhaufen. Das erste derselben drückt es aus, dass die Sterne, welche in einer Gruppe angehäuft sind, beinahe von gleicher Grösse sind. Das zweite Gesetz behauptet, dass die runden Sternhaufen mehr gegen den Mittelpunkt als gegen die Oberfläche hin verdichtet sind. Das dritte Gesetz lautet: „Es gibt andere Sternhaufen, die Sterne von gleicher Grösse enthalten, deren Zusammendrängung aber verschieden von der vorhin bezeichneten ist."

1791. In dieser Abhandlung signalisirt Herschel seine Entdeckungen von 17 Nebelsternen und kommt dadurch auf die Vorstellung eines leuchtenden Nebels, während er bis jetzt allen Nebel als eine Ansammlung sehr weit entfernter Sterne betrachtete. „Welches Feld neuer Ansichten," so fährt er fort, „öffnet sich unseren Begriffen! Ein leuchtendes Fluidum, dessen Glanz uns noch von den Regionen der Sterne 8. bis 9. Grösse erreicht, und zwar in einer Winkelausdehnung von 3, ja 6 Minuten. — Vielleicht war unsere Vermuthung zu rasch, dass aller milchiger Nebel, der sich am Himmel zeigt, einzig dem Lichte vereinigter Sterne zuzuschreiben sei. — Wenn das Lichtfluidum nicht so wesentlich mit den Nebelsternen verbunden ist, dass es ohne diese nicht existiren kann — wofür genügende Wahrscheinlichkeit spricht und was nachher untersucht werden soll, — so können wir mit grosser Leichtigkeit die sehr ausgedehnte, teleskopische Milchstrasse erklären, welche über mehr als 60 Grad am Himmel verbreitet ist um das Sternbild des Orion herum, indem eine leuchtende Materie viel besser davon Rechenschaft gibt, als in weite Entfernung gestellte Sternhaufen."

„Ich habe oben behauptet, dass bei Nebelsternen das leuchtende Fluidum nicht so wesentlich mit dem Centralsterne verbunden sei, dass es nicht ohne denselben existirend gedacht werden könnte. Für diese Ansicht lassen sich mehrere Gründe anführen. Einer davon ist die grosse Aehnlichkeit der Nebelhüllen der Nebelsterne mit den bereits erwähnten grossen Nebeln, wodurch es höchst wahrscheinlich wird, dass beide von gleicher Beschaffenheit sind. Auch kann man mit voller Zuversicht behaupten, dass das Licht der Nebelhüllen kein reflectirtes ist, da dieses aus solchen Distanzen uns nicht mehr erreichen könnte. Ueberdies, wie undurchdringlich würde eine Atmosphäre sein, deren Dichtigkeit hinlänglich wäre, eine grosse Menge Licht zu reflectiren. Und dennoch zeigen die Beobachtungen, dass die äussersten Theile der Nebelhüllen nahezu ebenso hell sind, als die dicht am Stern befindlichen, so dass die angenommene Atmosphäre dem Durchgange der Strahlen des Sternes kein Hinderniss entgegensetzen würde. Ist daher dieser Stoff selbstleuchtend, so erscheint es viel angemessener, einen Stern aus seiner Verdichtung hervorgehen zu lassen, als seine Existenz von einem Sterne abhängig zu machen. — Die Beschaffenheit der planetarischen Nebel lässt sich nun auch hinlänglich befriedigend erklären, indem der gleichförmige und sehr beträchtliche Glanz ihrer Scheiben auf merkwürdig leichte Weise mit einem sehr verdünnten leuchtenden Fluidum zu vereinigen ist. — Die Vermuthung

einer Wiedergeburt der Sterne mittels planetarischer Nebel, die ich in einer frühern Abhandlung äusserte, wird nun wahrscheinlicher, indem die gesammte leuchtende Materie, welche in einem derselben enthalten ist, in einem Körper von der Grösse eines Sternes vereinigt, nahezu dieselbe Lichtmenge wie der planetarische Nebel geben wird. Die Ansicht ist ferner hinreichend bestätigt durch die Entdeckung eines gut begrenzten hellen Punktes, der einem Sterne gleicht und sich im Centrum eines planetarischen Nebels befindet. — Ist der Punkt ein sich bildender Stern, so kann die fernere Anhäufung der schon sehr verdichteten, leuchtenden Materie, ihn in der Folge der Zeit zur Vollendung bringen."

1802. — „Diese sonderbaren Gegenstände (die Nebel), welche wegen ihrer grossen Entfernung nur durch Instrumente von grosser, raumdurchdringender Kraft gesehen werden können, lassen sich sämmtlich in drei Classen auflösen. Sich zu Haufen neigende Sterne werden in hinlänglicher Entfernung das Aussehen eines Nebels von irgend einer Gestalt annehmen. Sterngruppen werden auch bei grosser Entfernung das Aussehen von neblichten Flecken gewinnen, und wirkliche Sternhaufen werden gleichfalls bei grosser Entfernung als runde, stufenweise gegen die Mitte verdichtete Nebel erscheinen. Bei dieser Gelegenheit muss ich bemerken, dass Nebel diejenigen Gegenstände sind, welche man mit Instrumenten von grosser raumdurchdringender Kraft, wie mein vierzigfüssiges Teleskop ist, in der grössten Entfernung wahrnehmen kann. — Die Erscheinung des milchigen Nebels ist gewiss höchst interessanter Art. Wahrscheinlich ist er von zweierlei Gattung. Die eine entsteht aus weit verbreiteten Regionen eng verbundener Sternanhäufungen, die mit einander zusammenhängen. Solche Sternvereine bilden auch unsere Milchstrasse. Die andere im Gegentheile ist reell und wahrscheinlich nicht sehr weit von uns entfernt. Die Veränderungen, die ich im milchigen Theile des Orionnebels vor 23 Jahren wahrgenommen habe und die auch von anderen Astronomen bemerkt worden sind, erlauben es nicht, dass wir die Ursache dieser Erscheinungen ungemessen entfernten Regionen der Fixsterne zuschreiben." —

1811. — „Man konnte wohl annehmen, Nebel seien nichts anderes als Sternhaufen, unkenntlich wegen ihrer sehr grossen Entfernung; aber eine längere Erfahrung und genauere Bekanntschaft mit der Natur der Nebel erlaubt nicht mehr, dieses Princip allgemein aufzustellen, obgleich ohne Zweifel ein Sternhaufen Nebelgestalt annehmen kann, falls er so weit entfernt ist, dass wir die Sterne nicht mehr unterscheiden können, aus denen er besteht. Durchdrungen von dem Gedanken, eigentliche Nebel seien Sternhaufen, nannte ich das Nebellicht, aus dem sie bestanden, wenn es ein gewisses Aussehen hatte, auflöslich; wenn bei Verstärkung des Lichtes, anstatt dass eine Auflösung der Nebel in Sterne erfolgte, vielmehr sich ergab, dass dieses Nebelige nicht verschieden war von dem, was ich das Milchige nannte, gab ich diesen Begriff als irrig auf. Demzufolge nannte ich solche Nebel, von denen ich später vermuthete, sie beständen aus Sternen, oder

in welchen ich einige Sterne erkannte, leicht auflöslich. Aber auch dieser Begriff muss nun mit Vorsicht behandelt werden, denn ein Gegenstand kann zugleich Sterne und Nebel enthalten, der nicht aus Sternen zusammengesetzt ist."

Herschel unterscheidet nun die Nebelgebilde in eine ganze Reihe von Classen, „um die grösstmögliche stufenweise Verwandtschaft zwischen den Gegenständen der aufeinander folgenden Classen darzulegen," und gibt Schilderungen der einzelnen Nebel, welche in die verschiedenen Classen gehören.

Seine Aufzählung beginnt mit den ausgedehnten, verbreiteten Nebeln, die man meist nur dann wahrzunehmen vermag, wenn die Luft vollkommen klar ist und der, mit mächtigen Teleskopen ausgerüstete, Beobachter vorher lange genug sich im Dunkeln aufhielt, und das Auge sich gänzlich vom Eindrucke vorherigen Lichtes erholt hat. In einer Tafel gibt Herschel eine Zusammenstellung der genäherten Oerter und des geschätzten Flächeninhalts von 52 Nebeln dieser Art. Die Ortsangaben gelten für 1800 und beziehen sich auf den Mittelpunkt eines Parallelogrammes, dessen Raum der Nebel ausfüllt.

Tafel ausgedehnter, verbreiteter Nebel.

Nr.	Recta-scension	Poldi-stanz	Areal	Bemerkungen
1	0h 5m 2s	81° 7′	3,3°	Sehr überzogen.
2	0 12 31	85 34	7,7	„ „
3	0 17 17	61 24	1,8	Ueberzogen.
4	0 20 31	86 34	3,6	Sehr überzogen.
5	0 25 5	67 8	1,2	„ „
6	0 31 22	90 4	0,7	Schien mit sehr schwachem Nebel überzogen.
7	0 32 54	49 23	4,7	Ueberzogen.
8	0 34 21	51 17	3,6	Ungleich überzogen.
9	0 36 13	47 3	8,6	Spuren schwachen Nebels.
10	0 43 32	46 58	1,4	„ „ „
11	1 35 32	60 42	1,3	Spuren einer Trübung durch milchigen Nebel.
12	2 22 19	71 27	1,2	Sehr überzogen.
13	3 56 14	65 6	1,7	„ „
14	4 17 21	55 7	2,8	Spuren sehr starken Nebels.
15	4 18 21	55 6	5,0	Spuren von Nebel.
16	4 21 35	97 4	1,1	Starker milchiger Nebel.
17	4 23 14	69 23	1,3	Sehr überzogen.
18	4 38 17	69 23	1,3	„ „

Nr.	Recta-scension	Poldi-stanz	Areal	Bemerkungen
19	4h 46m 17s	63° 25′	4,4°	Starke Spuren eines sehr schwachen Milchnebels.
20	5 9 44	65 6	3,4	Sehr stark überzogen.
21	5 13 14	65 6	1,7	Ueberzogen.
22	5 23 59	97 1	6,3	„ mit milchigem Nebel.
23	5 25 16	92 48	1,3	„
24	5 27 2	94 73	4,6	Sichtbarer und ungleich heller Nebel. Ich bin fest überzeugt, hier ist Verbindung mit dem grossen Orionnebel.
25	5 30 40	92 35	7,0	Zerstreuter Milchnebel.
26	5 31 58	97 1	4,9	Sehr starke Spur von Nebel.
27	5 38 5	88 55	2,9	Ueberzogen mit milchigem Nebel.
28	5 55 55	86 17	1,3	Sehr überzogen.
29	5 56 36	110 28	5,0	Ueberzogen.
30	6 38 7	48 39	1,3	„
31	9 22 56	108 3	1,2	„
32	9 27 19	18 21	1,6	Sehr bezogen mit sehr schwachem weisslichen Nebel.
33	10 6 56	98 33	9,1	Sehr schwacher weisslicher Nebel.
34	10 16 1	37 58	1,7	Sehr überzogen.
35	10 34 29	26 44	1,6	Ueberzogen mit sehr schwachem Nebel.
36	10 58 24	26 44	2,3	Ueberzogen.
37	11 56 59	58 50	2,0	Ueberzogen mit weisslichem Nebel.
38	12 7 34	58 50	2,0	Ueberzogen mit weisslichem Nebel.
39	13 7 33	55 20	1,0	Sehr überzogen.
40	13 58 0	55 20	1,6	Sehr stark bezogen. Spuren vieler schwacher Nebel.
41	15 5 7	70 40	4,7	Ueberzogen mit sehr zartem Nebel.
42	20 58 20	92 17	4,1	Sehr überzogen mit weisslichem Nebel.
43	20 48 50	73 38	1,4	Zum guten Theil überzogen.
44	20 51 4	46 51	2,8	Zarter milchiger Nebel, zerstreuter, an einigen Stellen sehr hell.
45	20 52 28	91 57	0,8	Sehr überzogen mit weisslichem Nebel.
46	20 53 31	47 7	3,7	Spuren von Nebel, verbunden mit sehr dunklen verbreitetem Nebel.
47	21 0 26	76 3	2,0	Ueberzogen.
48	21 29 27	80 8	1,1	Sehr überzogen.
49	21 42 16	68 57	1,2	Ueberzogen.
50	22 52 36	64 47	1,3	Sehr überzogen.
51	22 23 6	64 47	1,9	Ueberzogen.
52	22 55 29	64 15	1,2	Etwas überzogen.

„Die Berechnung ergibt nach der Tafel 151,7 Quadratgrade Oberfläche; dabei muss man bedenken, dass dies doch nicht die wahre Ausdehnung, weder im Parallel noch Aequator, sein mag; zudem ist dies bloss die Angabe der Fläche, die Tiefe oder dritte Dimension mag noch jenseits der Macht unserer Teleskope reichen; nimmt man damit das zusammen, was in dem vorhergehenden Abschnitte gesagt worden, so ist augenscheinlich, dass die Menge nebeligen Stoffs, verbreitet durch den ausgespannten Himmel, die Begriffe des Menschen überschreitet. Unter nebeligem Stoffe (nebeliger Materie) aber verstehe ich das Wesen oder vielmehr die Wesen, welche Licht von sich geben, was auch ihre innere Beschaffenheit sein möge oder was immer für andere Kräfte ihnen noch inwohnen. Eine zweite ebenso wichtige Bemerkung ergibt sich aus der Betrachtung des Nebeligen selbst. Die Bemerkungen der Tafel zeigen, dass die äusserste Zartheit dabei vorherrschend ist; dies macht es wahrscheinlich, dass unsere besten Werkzeuge noch nicht so weit in die Tiefe des Himmels reichen, um noch entferntere Ausgiessungen desselben zu gewahren. Nr. 44 der Tafel gibt uns das Beispiel einer zarten milchigen Nebeligkeit, welche, obgleich sehr hell in einigen Stellen, doch wegen der Schwäche an anderen Stellen völlig verschwand. Nr. 46 bestätigt diese Bemerkung. Auch die Sterne, welche über die Milchstrasse zerstreut und meist sehr klein sind, zeigen sich in einem Glanze, mit welchem die Düsterheit des hellsten Nebels sich auf keine Weise vergleichen lässt. Eine Folge davon ist die Annahme, dass die Sichtbarkeit der nebeligen Materie auf sehr wenige Stufen beschränkt ist."

Weiter bespricht nun Herschel nebelige Massen in Verbindung mit Nebeln, abgesonderte Nebelmassen, milchige Nebel, milchige Nebel mit Verdichtung, Nebel, welche an mehr als einer Stelle heller sind, doppelte Nebel in Verbindung mit Nebelmassen, Doppelnebel, die nicht mehr als zwei Minuten von einander entfernt sind (es werden 23 derselben aufgezählt), Doppelnebel (101 an der Zahl), die mehr als zwei Minuten von einander entfernt sind, dreifache, vierfache und sechsfache Nebel; von dieser letzten Classe zählt Herschel 20 dreifache, 5 vierfache und einen sechsfachen Nebel auf. „Da die Menge der zusammengesetzten Nebel," fährt Herschel fort, „so beträchtlich ist, so wird, wenn sie ihren Ursprung dem Aufbrechen einer frühern, ausgedehnten Nebelmasse verdanken, die Folge sein, dass wir erwarten müssen, die Menge getrennter Nebel werde viel grösser sein als die der verbundenen. Diese zerstreuten Nebel werden sich nicht nur in grossem Ueberflusse, sondern auch in der Nähe und in einem gewissen Zusammenhange mit einander finden, gemäss der verschiedenen Ausdehnungen und Lagen der ehemaligen Verbreitung der Nebelmaterie. So verhielt es sich, den Beobachtungen zufolge, nun auch in der That. — Eine Aufeinanderfolge von Stellen, wo die Nebel ausserordentlich sich anhäufen, beginnt über dem Schwanze der Wasserschlange, geht weiter zum südlichen Flügel, Leibe und nörd-

lichen Flügel der Jungfrau, dann zu den Locken der Berenice, den Jagdhunden und dem vorangehenden Arme des Bootes. Ein anderer Zweig geht von den Locken der Berenice zu den Hinterfüssen des grossen Bären. Wieder ein anderer Zweig geht von dem Flügel der Jungfrau gegen den Schwanz und den Leib des Löwen. Auf der andern Seite zeigt sich eine ganz andere Ansicht des Himmels, wenn wir die folgenden Sternbilder untersuchen. Anfangend vom Kopfe des Steinbocks gehen wir weiter zu Antinous, zum Schwanze des Adlers, dem Leibe des Hercules, zum Mauerquadranten, zum Kopfe des Drachen. Man kann auch die Sternbilder des Fuhrmanns, des Luchses und der Giraffe untersuchen. Bei dieser zweiten Durchsicht wird sich finden, dass die Abwesenheit von Nebeln ebenso merkwürdig ist als ihre grosse Menge in den zuerst erwähnten Sternbildern.“

„Um in unserer Ansicht von der Beschaffenheit der nebeligen Materie weitere Fortschritte zu machen, können wir die Form ihrer Ausbreitung aus der Gestalt der beobachteten Nebel erforschen. Die beigefügten fünf sind besondere Beispiele einiger, die sehr ausgedehnt sind nach der Länge, aber sehr wenig nach der Breite. — Die Ausdehnung der Nebelmaterie muss im Allgemeinen als nach drei Dimensionen gehend angesehen werden; sie sind entweder alle drei nahezu gleich, oder eine ist viel kleiner als die zwei anderen, oder endlich, die Ausdehnung von zwei ist weit geringer als die der dritten. Die Nebel, welche hier erwähnt wurden, schliessen eine Nebelmasse von nahezu drei gleichen Abmessungen aus, denn von jeder Nebelmasse sieht man wenigstens zwei Dimensionen. Wenn zwei Dimensionen der Nebelmaterie nahezu gleich sind, so mag eine davon bloss sichtbar sein; dann ist aber die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die andere genau parallel mit der Gesichtslinie liege, nicht sehr günstig. Die annehmbarste Art also, die Erscheinung dieser Nebel zu erklären, ist, dass man meint, die Ausdehnung dieser Nebelmasse sei sehr schmal in Länge und von nicht viel Tiefe. Schreiben wir diese Gestalt der Nebelmaterie selbst zu, so ist sie ungewöhnlich genug und wir können nicht erwarten, viele Nebel von dieser Form, also von der Gestalt langgedehnter Strahlen, zu erblicken.“ Dagegen ist die Classe von langen und dabei beträchtlich breiten Nebeln sehr zahlreich. Herschel hat dieselben, welche in seinen Catalogen 284 Objecte umfasst, in fünf Abtheilungen gebracht, nämlich:

1. 161 gedehnte Nebel, klein, von mannigfaltiger Gestalt,
2. 62 „ „ gross, „ „ „
3. 31 „ „ von $^3/_4{}'$ bis 2′ Länge,
4. 24 „ „ „ 2′ „ 5′ „
5. 6 „ „ „ 5′ „ 15′ „

Die bedeutende Breite dieser Gebilde bei grösserer Längenausdehnung beweist, nach Herschel, dass zwei Dimensionen der nebeligen Materie, nämlich Breite und Tiefe, wahrscheinlich nicht sehr verschieden sind;

„denn," sagt er, „sollte die Tiefe der Länge gleich sein, so ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie gerade unsichtbar wäre, nicht für das häufige Vorkommen. Man muss daher voraussetzen, dass die Ausdehnung nach der Länge wirklich die grösste sei. Da wir sie thatsächlich so sehen, so ist gewiss, dass sie mindestens so gross ist, als sie erscheint, während eine von den beiden anderen Dimensionen, wenn nicht beide, gewiss kleiner sein muss, als die Länge. Diese Art von Erscheinung lässt die grösste Abwechselung von verlängerter Gestalt und Lage zu. Und aus der grossen Anzahl von Nebeln, auf die ich mich bezogen, ist das Dasein solcher Nebelmasse leicht herzuleiten."

Nebel von unregelmässiger Gestalt führt Herschel 93 auf und zwar in zwei Classen, von denen die erste 61 irreguläre kleine und die zweite 32 grosse unregelmässige Nebel enthält. Der grosse Beobachter bemerkt dazu, dass er die Gestalt eines Nebels dann unregelmässig nenne, wenn keine der beiden sichtbaren Dimensionen hinlänglich ausgezeichnet sei, um den Namen Länge zu verdienen.

Die Nebel von unregelmässig runder Gestalt theilt Herschel in drei Abtheilungen, indem er sie in folgender Weise gruppirt:

28 kleine, unregelmässig runde Nebel.
21 grosse, unregelmässig runde Nebel.
6 Nebel von unregelmässig runder Gestalt und mittleren Durchmessern zwischen 1 und 5 Minuten.

„Das Vorkommen einer unregelmässig runden Gestalt," fährt er fort, „bringt es nothwendig mit sich, dass die Ausdehnung der Nebelmaterie nach zwei Dimensionen nahezu gleich ist in jeden zwei auf einander senkrechten Richtungen. Die dritte Dimension kann sicherlich länger oder kürzer sein, als der sichtbare unregelmässige Durchmesser. Dann muss sie sich aber nothwendig nach der Richtung der Sehlinie central ausdehnen. Diese Bedingung hat nicht viel Wahrscheinlichkeit für sich, und je grösser die Menge solcher Nebel, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Nebelmaterie unregelmässig cylindrisch oder kugelförmig sei. Denn ausser der unregelmässigen cylindrischen oder conischen Gestalt in der besondern hierzu erforderlichen Stellung, kann nur die Ausdehnung in irregulärer Kugelgestalt Rechenschaft geben von der unregelmässig runden Figur, unter welcher die Nebel erscheinen. Die Art, aus der beobachteten Gestalt der Nebel auf die Form der Nebelmaterie zu schliessen, wird uns noch einen Schritt weiter führen, als sich erwarten liesse. Denn wenn man als wahrscheinlich zugibt, dass die wahre Gestalt der unregelmässig runden Nebel die Kugelform ist, so wird es nothwendig, die Ursache dieser Form zu suchen. Diese dem Zufall zuzuschreiben ist unphilosophisch, um so mehr, da eine bildende Ursache sich uns in der Gestalt der Planeten und Trabanten des Sonnensystems offenbart. Hieraus erhellt, dass die Frage nach der wahren Gestalt der Nebel ein höheres Interesse hat als das müssiger Neugierde."

„Die Gründe der vorhergehenden Untersuchungen brauchen nicht wiederholt zu werden, wenn es sich um die regelmässig runden Nebel — (deren Herschel 57 in vier Abtheilungen unterschieden aufführt) — handelt; denn deren Zahl und Regelmässigkeit spricht ganz zu Gunsten des Schlusses, dass die wahre Form der Nebelmaterie die einer Kugel ist. Als Ursache dieser Gestalt können wir nun mit grösserer Zuversicht das Princip der Gravitation hinstellen. Die Anziehung zog die Nebelmaterie gegen ein Centrum und vereinigte sie zur Kugelgestalt. Schon oben habe ich gezeigt, dass dasselbe Princip die Ursache der Verdichtung zu sein scheint, welche bei vielen Nebeln dort stattfindet, wo sie in hellerm Lichte glänzen. Dieses Zusammentreffen von Schlüssen, die auf ganz verschiedenen Gründen ruhen, muss die Betrachtungen, die zu ihrer Unterstützung angestellt worden sind, nothwendig verstärken."

Von Nebeln, die wegen gewisser Eigenthümlichkeiten in ihrer Gestalt oder ihrem Glanze merkwürdig sind, zählt William Herschel 35 in folgenden drei Abtheilungen auf:

1. 2 Nebel von merkwürdiger Figur (bei 24 *d* Ursae und nahe bei *β* Persei).
2. 10 ungleichförmig helle Nebel.
3. 23 Nebel, welche an einer Seite am hellsten sind.

Diese Unregelmässigkeiten erklärt Herschel theils durch eine grössere Verdichtung oder Tiefe der Nebelmaterie (Nebel II. 646, in den Jagdhunden), theils durch eine gegenwärtig noch unvollkommene Concentrirung der Nebelmasse (Nebel II. 313, in der Wasserschlange), theils endlich dadurch, dass die Nebelmaterie ringförmig ist und der Ring schräg gegen unsere Gesichtslinie liegt (Nebel V. 19 bei *β* Persei).

„Die Untersuchungen über die Gestalt der Nebelmaterie gründeten sich bis jetzt zuerst auf die beobachtete Gestalt, darauf wurde die Kugelform der Nebelmaterie der Wirkung eines gravitirenden Princips zugeschrieben. Ich gehe nun über zur Untersuchung derjenigen Nebel, von welchen ausser der Gestalt auch die verschiedenen Stufen der Helligkeit aufgezeichnet sind und die Lage der grössten Helligkeit in Bezug auf ihre Figur. Diese Beobachtungen werden die vorhergehenden Schlüsse bestätigen durch die hinzukommende Menge von Gegenständen und durch den entscheidenden Grund, der von ihrer Helligkeit hergenommen, die auf den Sitz einer Attraction hinweist. Die folgenden vier Abtheilungen:

1. 32 Nebel, stufenweise etwas heller in der Mitte, deren besondere Gestalt nicht bestimmt worden,
2. 24 ausgedehnte Nebel, stufenweise etwas heller in der Mitte,
3. 20 Nebel von unregelmässiger Gestalt, stufenweise etwas heller in der Mitte,
4. 74 runde oder nahe runde Nebel, stufenweise etwas heller in der Mitte,

enthalten 150 Nebel, die sämmtlich in der Mitte etwas heller sind. Man

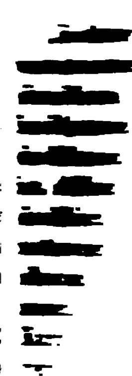
„denn," sagt er, „sollte di
scheinlichkeit, dass sie g
Vorkommen. Man muss
der Länge wirklich die g
ist gewiss, dass sie minde
von den beiden anderen
sein muss, als die Läng
Abwechselung von verlä
sen Anzahl von Nebeln,
Nebelmasse leicht herz

Nebel von unr
und zwar in zwei Clas
die zweite 32 grosse
ter bemerkt dazu, d
nenne, wenn keine d
zeichnet sei, um de

Die Nebel vo
in drei Abtheilung

28 kleine, unrege
21 grosse, unreg
6 Nebel von u
zwische

„Das Vork
„bringt es not
nach zwei D
senkrechten I
oder kürzer
muss sie sic
ausdehnen.
und je gr
scheinlich
förmig se
schen Ge
die Aus
unregel
Art, a
materi
erwar
wahr
es n
aus
sa
sys
st



7 ausgedehnte Nebel.
2 Nebel von unregelmässiger Figur.
8 runde oder beinahe runde Nebel.

grosse Beobachter bemerkt, dass das Aussehen dieser Nebel offen- fortschreitende Concentrirung der Materie zeige, der Kern, der bilden scheine, sei ein Zeichen von Consolidirung, oder wie wir chtiger behaupten könnten, von Verflüssigung der gasförmigen

nde Nebel, die allmälig an Helligkeit gegen das Cen- hin zunehmen, zählt Herschel 24 auf; ferner 25 Nebel mit Kern,

24 ausgedehnte Nebel.
13 runde oder beinahe runde Nebel.

„Nach dem," sagt Herschel, „was ich von dem Dasein einer ver- nden Kraft bewiesen habe, nehme ich keinen Anstand, diese Er- nung (eines Kerns) einer längern Dauer von der Wirkung jener zu- hreiben, die eine Consolidation der Materie hervorzubringen scheint." Die weiteren von Herschel unterschiedenen Classen der Nebelge- ten mit ihren Unterabtheilungen, sind:

a. Ausgedehnte Nebel, die einen Fortschritt der Verdichtung zeigen.
   1. 23 Nebel mit einem Kern und zwei entgegengesetzten Armen.
   2. 5 Nebel mit Kern, Mähne und Arm.
b. Nebel mit Kern und Mähne.
   1. 15 runde oder beinahe runde Nebel mit Kern und zarter Mähne.
   2. 2 Nebel mit Kern und Mähne, wie Nebelsterne aussehend.
c. Runde Nebel von beinahe gleichförmigem Lichte.
   1. 4 Nebel von 2′ bis 4′ Durchmesser.
   2. 12 Nebel von $^3/_4$′ bis 12′ Durchmesser.
d. Nebel der letzten Periode.
   1. 4 Nebel von planetarisehem Aussehen.
   2. 3 planetarische Scheiben mit einem hellen Centralpunkte.

In Beziehung auf die planetarischen Nebel mit centralen Lichtpunkten, glaubt Herschel annehmen zu können, dass die Nebelmasse in dem ursprünglichen Zustande ihrer Ausbreitung, mehr ungleich verbreitet war und dass sie die verschiedenen Zustände ausgedehnter Nebel durchlief. Bei Nebeln dieser Art sei eine Consolidirung des Kerns schon sehr weit fortgeschritten, während eine beträchtliche Menge von Nebelmaterie noch in den äusseren Theilen ruhte.

Bei Besprechung der planetarischen Nebel hält Herschel an der Dunsttheorie fest und bemerkt, dass wahrscheinlich die meisten dieser Gebilde sich um ihre Axe drehen, indem unter 10 planetarischen Nebeln 7 elliptisch sind.

Die von Herschel sogenannten sternigen Nebel sind kleine Nebel, den falschen Sterndurchmessern an scheinbarer Grösse vergleichbare Gebilde, die sich aber doch durch ihr Licht hinlänglich von den eigentlichen Sternen unterscheiden. Eine besondere Classe derselben, die sich dem Aussehen der Sterne nähern, zeigen sich, ähnlich Fixsternen, mit kleinen Nebelanhängen, bei einer andern, den sogenannten zweifelhaften Nebeln, musste es Herschel unentschieden lassen, ob er einen Stern oder einen Nebel vor sich hatte. Seine Eintheilung dieser Objecte ist folgende:

a. Sternige Nebel.
   1. 6 hellsternige.
   2. 11 von dem nächsten Grade der Helligkeit.
   3. 100 von verschiedenen Stufen der Helligkeit.

b. Nebel, welche sich dem Aussehen der Sterne nähern.
   1. 3 Sterne mit Nebelknäueln.
   2. 3 Sterne mit zarten Mähnen.

c. Zweifelhafte Nebel.
   25 verificirte sternige Nebel.
   5 schwierig zu verificirende sternige Nebel.
   4 Gegenstände, die nicht verificirt werden konnten ob Stern oder Nebel.

Am Schlusse seiner grossen Abhandlung sagt Herschel: „Die gänzliche Unähnlichkeit zwischen dem Aussehen einer verbreiteten Nebelmaterie und eines Sternes ist so auffallend, dass der Gedanke an den Uebergang des einen in den andern, schwerlich Jemandem beikommen wird, der nicht das Resultat einer kritischen Untersuchung des Nebelsystems vor sich hat, wie ich sie in diesem Aufsatze entwickelt habe. Das Ziel, das ich vor Augen hatte, indem ich die Beobachtungen so ordnete, wie es der Fall ist, war: zu zeigen, dass die oben erwähnten beiden Extreme durch so nahe verwandte Zwischenglieder mit einander in Verbindung stehen, dass es höchst wahrscheinlich wird, jeder folgende Zustand der Nebelmaterie sei das Ergebniss einer Wirkung, welche eine Gravitation auf ihn in seinem vorhergehenden Zustande äusserte. So wurde durch allmälige Schritte die Verdichtung fortgeführt bis zum planetarischen Nebel und gezeigt, dass von hier bis zum Uebergange in die sternige Form nur ein Zusatz sehr kleiner Zusammendrängung erforderlich ist. Verschiedene Beispiele wurden angeführt, welche planetarische und sternige Nebel in Verbindung setzen. Die lichtschwachen, sternigen Nebel wurden wohl verbunden mit allen Arten lichtschwacher Nebel von grösserm Umfange, und in einer Menge von der kleinern Art ist die Annäherung an die Sternnatur so weit fortgeschritten, dass in meinen Beobachtungen bei manchen derselben zweifelhaft blieb, ob sie nicht bereits Sterne wären."

1814. „In der Darlegung meiner Beobachtungen über den nebelichten Theil des Himmels unternahm ich zu beweisen, dass eine allmälige

eltstoffes in sternartige Gebilde wahr-
en, welche ich jetzt vorlege, bezwecken,
s zu entwickeln und die innige Verbin-
tzten Grenzen himmlischer Bildungen zu
messlichkeit der weitverbreiteten und dem
toffe, und deren andere ist: die Menge der
d sehr künstlich gebildeten kugelähnlichen
Sterne. Ist die innige Verbindung zwischen
sen, so erhält dadurch die Wahrscheinlich-
der einen in die andere, eine neue Stütze."
eine Anzahl von ihm beobachteter Objecte, bei
nten Lagen gegen Nebel sich befinden. Er ge-
sehr lichtschwachen Nebels im grossen Bären
es Herschel'schen Verzeichnisses) von unregel-
m, 5 Minuten nördlich entfernt, ein Stern 6. Grösse
Jahre frühern Beobachtung des nämlichen Sternes,
nde so nahe, dass beim ersten Anblicke der Ver-
Ocular sei von Dunst beschlagen. Herschel ver-
dieser und anderer Beobachtungen, dass Nebel gele-
enbewegungen gegen benachbarte Sterne besitzen kön-
er vorsichtig darauf aufmerksam macht, dass die ver-
it der Atmosphäre von grossem Einflusse in dieser Be-
ie späteren Messungen Lamont's haben, verglichen mit
gen Herschel's, für zwei planetarische Nebel ebenfalls
enbewegung wahrscheinlich gemacht. Herschel beschreibt
Verlaufe seiner Abhandlung eine Anzahl von 19 Gebilden,
rne einen ausgedehnten Nebel zwischen sich haben und sagt:
uns erinnern, dass ich 139 Doppelnebel angegeben habe, die
ischen befindlichen Nebel verbunden sind und dass wir jetzt
e Gegenstände vor uns haben, wo Sterne mit Zwischennebel
n sind; sollte man da nicht annehmen dürfen, dass diese Sterne
sehr verdichtete Nebel gewesen sein könnten, die nun successive
e Sterne übergegangen sind? Und sollte nicht der noch übrig
de Dunst ihren Ursprung aus Nebel andeuten? Wenn wir noch
ügen, dass wir überdies Kunde haben von 700 Doppelsternen, die
frei von Nebel und von denen manche wahrscheinlich nicht sehr
von uns entfernt sind, so scheint es, als hätten wir diese Doppel-
enstände in drei verschiedenen, einander folgenden Zuständen: zuerst
s Nebel, dann als Sterne mit Ueberbleibsel von Nebel und endlich als
terne, völlig frei von allem nebeligen Aussehen."

In einem folgenden Capitel berichtet Herschel über Sterne in Verbindung mit mannigfach gestalteten Nebeln und gibt eine Liste von 14 Gebilden, bei welchen, nach seiner Ansicht, die Wahrscheinlichkeit einer innigen Verbindung zwischen Nebel und Stern immer mehr in die Augen fällt. Bei den ersten neun Objecten erscheinen folgende Bedingungen erfüllt:

„Der Nebel muss ausgedehnt sein; die Richtung seiner Ausdehnung muss genau gegen den Stern gehen und er muss scheinbar gerade so nahe sein, dass er ihn berührt. Es ist nicht wahrscheinlich, dass diese Bedingungen bloss durch Zufall bei jenen Objecten erfüllt werden, während eine wirkliche Berührung beider Gegenstände unter dem Einflusse der Attraction von der ganzen Erscheinung sehr leicht Rechenschaft gibt. Bei den zwei folgenden Gegenständen ist schon Anzeige da von einer Verbindung zwischen Nebel und Stern, indem die Rundung des Nebels etwas gegen den Stern hin verzogen erscheint. Die letzten drei Beispiele aber lassen keinen Zweifel über eine gemeinsame Verbindung überig, indem die ganze Nebelmasse scharf gegen den Stern gerichtet und mit ihm in Berührung ist. — Nehmen wir demnach eine Berührung oder Verbindung zwischen diesen Nebeln und Sternen an, so müssen wir bemerken, dass sich Sterne in der Lage wie die betrachteten 14, nicht aus den mit ihnen verbundenen Nebeln bilden konnten; denn eine stufenweise Verdichtung der Nebelstoffe wäre central gewesen, während hier die Sterne an der Grenze der Nebel stehen. Man hat daher Grund zu vermuthen, dass ihre Verbindung einer Bewegung zuzuschreiben ist, der der Sterne oder Nebelmaterie; gemeinschaftliche Anziehung müsste sie dann gegeneinander treiben. In beiden Fällen wird die Folge sein, dass, wenn das Nebelige sich niederlässt auf den Stern (wie die fächerartige Gestalt anzudeuten scheint), derselbe eine Zunahme von Materie erhält, im Verhältnisse mit der Grösse und Dichtigkeit des Nebels, der mit ihm in Berührung tritt. Dies gibt uns einen Begriff von dem, was man das Wachsen der Sterne nennen könnte.“ Herschel führt nun weiter drei Sterne (Nr. 42, 43, 48 der IV. Classe seines Verzeichnisses) mit nebeligen Aesten an, aus denen er abermals schliesst, dass Sterne und Nebel in Verbindung sein können, „denn das Anschwellen und die Lichtzunahme in den Aesten da, wo sie mit dem Sterne in Verbindung treten, welches allgemein stattfindet, scheint offenbar eine Wirkung der Gravitation der Nebelmaterie gegen den Mittelpunkt zu sein, in welchem der Stern sich befindet.“ —

„Die Vereinigung des nebeligen und sternigen Zustandes, offenbart sich noch deutlicher bei den nebeligen Sternen. Da ich viele derselben in der Abhandlung von 1791 beschrieben habe, so will ich hier bloss zwei anführen. Nr. 45 der IV. Classe, ein Stern von der 9. Grösse ungefähr, hat einen starken, milchigen Nebel, gleichförmig rund um sich herum verbreitet; Nr. 69 derselben Classe ist ein Stern von der 8. Grösse mit einer zarten, kreisförmigen Lichtatmosphäre von etwa 3 Minuten Durchmesser. Der Stern befindet sich vollkommen im Mittelpunkte; die Atmosphäre ist so verwaschen, matt und durchaus gleichförmig, dass man keineswegs glauben kann, sie bestehe aus Sternen; auch kann kein Zweifel über die augenscheinliche Verbindung der Atmosphäre und des Sternes stattfinden.“

„Dass die mit Sternen verbundene Nebelmasse von derselben Natur

wie die allgemeine Nebelmaterie des Himmels ist, lässt sich durch folgende Beispiele erweisen. Nr. 33, Classe IV.: Ein Stern zeigt sich auf einem Grunde von ausserordentlich zartem, milchigem Nebel, der über diesen Theil des Himmels ausgegossen ist; er hat eine milchige Mähne rings um sich; sie ist heller als die Nebelmasse des Grundes, verliert sich aber unmerklich in die ausserordentliche Zartheit der allgemein zerflossenen Nebelmaterie. Die Bildung dieser Gegenstände ist höchst belehrend, da sie die Verwandtschaft zwischen der Materie, aus der die Sterne gestaltet sind, und der ganz formlosen, chaotischen Masse des Nebeligen darlegt. Auf der einen Seite nämlich, ist die verschwindende Mähne eines Sternes verwandt mit der allgemeinen Nebelwolke, auf der andern Seite mit dem Sterne selbst, um den sie sich in stufenweiser Verdichtung lagert. Diese zweifache Verbindung beweist die wechselseitige Gravitation der ganzen Nebelmasse und des Sternes gegen einander, und so lange dieser Beweis nicht entkräftigt ist, müssen wir die Thatsache vom Wachsthum der Sterne, die in den angedeuteten Umständen sich befinden, zugeben." —

„Ist ein kleiner Fleck Sterne mit Nebeligem gemischt, so ist es allerdings möglich, dass beide nur zufällig auf derselben Gesichtslinie liegen; doch spricht, besonders wenn dieser Gegenstände viele sind, die Wahrscheinlichkeit allerdings für eine physische Verbindung. In diesem Falle gibt es nur zwei Erklärungen: entweder haben sich die Sterne aus Nebelmaterie gebildet und es ist noch ein Rest der letztern gewissermaassen uncondensirt geblieben, oder eine Verbindung erfolgte später, indem die ursprünglich getrennten Objecte sich in Folge ihrer Eigenbewegungen trafen. — Es ergibt sich übrigens von selbst, dass sich über die Bildung mancher anderer nebeligsternigen Flecke nichts Positives sagen lässt, bevor wir durch lange genug fortgesetzte Beobachtung irgend eines Fleckes, Kenntniss von etwaigen Veränderungen der Nebelmasse oder der Grösse der Sterne, aus denen sie dem Ansehen nach bestehen, erhalten haben. Nur dieser Andeutung müssen wir folgen, dass jede Nebelmasse, die in die Nachbarschaft eines Sternhaufens geworfen wird, wahrscheinlich allmälig von diesem gehemmt und eingesogen wird, auf diese Weise das Wachsthum der Sterne unterhaltend." —

1818. „In der Tiefe der Himmelsregionen sind wir bloss mit zwei Principien bekannt geworden, mit dem nebeligen und dem sternigen. Das Licht des nebeligen Grundstoffes ist vergleichsweise sehr zart und, einige wenige Fälle ausgenommen, dem Auge unsichtbar. Es ist im Allgemeinen weit verbreitet über eine grosse Ausdehnung im Raume, in welchem es bei zunehmender Zartheit meist dem Blicke sich entzieht. Das Licht der Sterne im Gegentheil, ist vergleichsweise sehr glänzend, in einen kleinen Punkt zusammengedrängt, ausgenommen, wenn mehrere sich in Haufen gesammelt, wo dann ihr vereinter Glanz bisweilen eine beträchtliche Anzahl Minuten im Raume einnimmt. In diesem Falle kann man die Sterne in unseren Teleskopen sehen, und aus den angeführten Beobachtungen erhellt, dass, wenn man sie mit Instrumenten betrachtet, die

stufenweise schwächer sind wie diejenigen, welche sie als Sternhaufen zeigen, ihre Durchmesser bei schwächerm Lichte und schwächerer Vergrösserung sich im Allgemeinen zusammenziehen. Ein kugelförmiger Sternhaufen ist zurückgeführt auf ein kometarisches Aussehen, auf einen schlecht begrenzten, mit Nebel umgebenen Stern, auf einen kleinen Stern mit einem grössern Durchmesser, als gewöhnliche Sterne der betreffenden Grössenordnung besitzen. In Folge dieser Betrachtungen erscheint es höchst wahrscheinlich, dass einige kometarische, mehrere planetarische und eine beträchtliche Menge sterniger Nebel bloss Sternhaufen sind, die sich so tief im Raume befinden, dass die Kraft unserer gegenwärtigen Teleskope sie nicht zu erreichen vermag. Die Entfernung der Gegenstände von gleichem Aussehen, die aber von nebeligem Ursprunge sind, muss im Gegentheile so viel geringer sein als die vorhergehende, so dass ihre Tiefe im Raume 900 Fixsternweiten wahrscheinlich nicht überschreitet."

W. Herschel hat in den drei Verzeichnissen, welche er in den Jahren 1786, 1789 und 1802 der königlichen Societät vorlegte, sämmtliche von ihm entdeckte und beobachtete Nebelflecke und Sternhaufen aufgeführt. Die Ortsbestimmungen sind durch Differenzen der Rectascension und Declination gegen benachbarte Sterne gegeben und nur so weit genau, als genügt, um die Aufsuchung der Objecte zu ermöglichen. Kurze, beigefügte Beschreibungen geben dazu ein allgemeines Bild von dem Aussehen der Nebel. Die ungemein reiche Mannigfaltigkeit der hierhin gehörigen Gegenstände hat Herschel in 8 Classen geordnet, doch ist diese Anordnung immerhin einer gewissen Willkührlichkeit unterworfen. Es folgt hier eine Uebersicht der Herschel'schen drei Verzeichnisse mit chronologischer Angabe der Zahl der in den verschiedenen Jahren aufgefundenen Objecte.

Jahr	Zahl der aufgefundenen Objecte
Erste Classe. Glänzende Nebel.	
1783	5
1784	55
1785	60
1786	40
1787	33
1788	25
1789	22
1790	18
1791	2
1793	11
1796	9
1798	1
1801	6
1802	1
Zweite Classe. Lichtschwache Nebel.	
1783	12
1784	265
1785	236
1786	113
1787	81
1788	61
1789	50

Jahr	Zahl der aufgefundenen Objecte
1790	45
1791	12
1792	3
1793	19
1794	1
1794	1
1797	1
1798	1
1799	2
1801	4
1802	1

Dritte Classe. Sehr lichtschwache Nebel.

Jahr	Zahl der aufgefundenen Objecte
1783	3
1784	255
1785	231
1786	109
1787	98
1788	55
1789	72
1790	53
1791	17
1792	3
1793	37
1794	3
1797	15
1798	5
1799	6
1801	11
1802	5

Vierte Classe. Planetarische Nebel.

Jahr	Zahl der aufgefundenen Objecte
1782	1
1783	1
1784	20
1785	13
1786	9
1787	9
1788	5
1789	5
1790	6
1791	2
1792	1
1793	1
1794	2
1798	2
1801	1

Fünfte Classe. Sehr grosse Nebel.

Jahr	Zahl der aufgefundenen Objecte
1783	1
1784	19
1785	7
1786	13
1787	2
1788	2
1789	2
1790	3
1793	2
1801	1

Sechste Classe. Sehr gedrängte und reiche Sternhaufen.

Jahr	Zahl der aufgefundenen Objecte
1783	2
1784	15
1785	4
1786	6
1787	4
1788	4
1790	1
1791	2

Jahr	Zahl der aufgefundenen Objecte
1793	2
1797	1
1798	1

Siebente Classe. Ziemlich dicht gedrängte Haufen von grösseren und kleinen Sternen.

Jahr	Zahl der aufgefundenen Objecte
1784	10
1785	13
1786	15
1787	11
1788	8
1789	4
1791	1
1793	3
1794	1
1799	1

Achte Classe. Grob zerstreute Sternhaufen.

Jahr	Zahl der aufgefundenen Objecte
1783	4
1784	27
1785	17
1786	13
1787	9
1788	11
1789	1
1790	4
1792	1
1793	1
1799	1

Die Gesammtzahl der von W. Herschel entdeckten und beobachteten Nebelflecke und Sternhaufen beziffert sich also auf 2500 Objecte, nämlich 2303 Nebelflecke und 197 Sternhaufen. Sie vertheilt sich auf die einzelnen Classen wie folgt:

Erste Classe:	288	glänzende Nebel.
Zweite Classe:	907	schwache Nebel.
Dritte Classe:	978	sehr schwache Nebel.
Vierte Classe:	78	planetarische Nebel.
Fünfte Classe:	52	sehr grosse Nebel.
Sechste Classe:	42	sehr gedrängte und reiche Sternhaufen.
Siebente Classe:	67	ziemlich dicht gedrängte Haufen.
Achte Classe:	88	grob zerstreute Sternhaufen.

In den Jahren 1825 bis 1833 hat Sir John Herschel die von seinem Vater beobachteten Nebel und Sternhaufen einer neuen Musterung unterworfen, die früheren Verzeichnisse erweitert und einen Catalog von 2307 hierhin gehörigen Objecten in den Philosophical Transactions von 1833 veröffentlicht. In den Jahren 1833 bis 1838 versetzte er seine mächtigen Instrumente nach Feldhausen am Cap der guten Hoffnung und vervollständigte durch Untersuchung des südlichen Himmels das bisherige Verzeichniss durch 1708 neue Positionen. Bis dahin war unsere Kenntniss der Nebelgebilde und Sternhaufen der südlichen Hemisphäre fast noch auf dem Standpunkte geblieben, auf dem sie Lacaille und Legen-

til gelassen; denn der grösste Theil der 629 von James Dunlop in den Jahren 1825 bis 1827 mit einem 9füssigen Reflector beobachteten und in den Philosophical Transactions von 1828 angezeigten Nebelflecke und Sternhaufen, fand sich merkwürdiger Weise nicht in den angegebenen Positionen vor. Das Verzeichniss der über dem Horizonte von Slough beobachteten Gebilde enthält 2299 Nebelflecke und 152 Sternhaufen, während mit gleich mächtigen Instrumenten am Südhimmel von Sir John Herschel 1239 Nebelflecke und 236 Sternhaufen beobachtet wurden. Wenn es nicht der ungleich reinern Atmosphäre am Cap der guten Hoffnung zuzuschreiben ist, dass der 20füssige Reflector dort verhältnissmässig mehr Nebelflecke in Sternhaufen zerlegte, als in den dunstbeladenen Luftschichten des südlichen Englands, so würde sich in den angegebenen Zahlen eine merkwürdige Verschiedenheit in der kosmischen Gruppirung der Nebelflecke und Sternhaufen am nördlichen und südlichen Himmel darbieten.

Was die Vertheilung der Nebelflecke und Sternhaufen am Himmelsgewölbe nach Stunden der Rectascension, anbelangt, so ergeben die Verzeichnisse Sir John Herschel's dafür folgende Zahlen:

Her
Das erst
angehäuf
hauptet,
gegen di
gibt and
Zusamm
179
von 17
tenden
sehr we
so fährt
dessen
reicht,
leicht
am Hi
Wenn
den i
Wahr
könn
Milch
ist u
bess
hauf

dun
nic
las
lic
se
B
d
I
d

deutlich
während ein zweites
bis 20
sind, erscheint das
der Milchstrasse
der Nebelflecke,
welcher auch der grosse
umfassenderen Beob-

tätigt. Ueberhaupt räth d'Arrest, der
schen Refractors in Kopenhagen,
über die Nebelflecke anstellte,
Himmel noch einige Zeit
ten Astronomen war,
flecke des nörd-
und zu be-
mit dem
Dauer
(und
n unge-
1867, hat
., von denen
n keine Oerter
nwarte hat bei
und achten, theil-
ücksichtigt gelassen,
seres Fixsternsystems
n) gänzlich verschieden
en, besonders in der Nähe
schel's Catalogen sind häu-
ne, nahe gelegene, aber über-

.erschel (in den Philos. Trans.
log der Nebelflecke und Sternhau-
cher 5079 Objecte enthält. Dieser
ension geordnet und auf 1860 redu-
r Art. Er enthält alle von den beiden
und Sternhaufen mit Ausnahme des ver-
. 37) im Schwane, den William Herschel
chtete. Ausserdem sind 52 ähnliche, welche
s von 1811 beschrieben wurden, weggelassen
n den Dunlop'schen Objecten, soweit sie nicht
werden konnten.

ich der Nebelflecke nahe sechs Jahrzehnte hindurch
che Besitzthum der beiden Herschel geblieben, hat
Anstrengungen Fraunhofer's und seiner Nachfolger
Verbreitung mächtiger Refractore und der rühmenswerthe
Privatleute in Herstellung grosser Reflectore, seit 30 Jah-
r Astronomen in der Beobachtung der Nebelflecke ver-
uss an dieser Stelle genügen, die Namen von Lord Rosse,
assell, Bond, Otto Struve, Secchi, d'Arrest, Rümker
feld zu nennen, um eine lange Reihe wichtiger Untersuchun-
s Gedächtniss zurückzurufen. Die Bestimmungen möglichst
erter durch Anknüpfung geeigneter erscheinender Nebel an be-

nachbarte Sterne, welche d'Arrest und Schönfeld geliefert haben, sind in jüngster Zeit von Hermann Vogel auf der Leipziger Sternwarte fortgesetzt worden (Beob. v. Nebelfl. u. Sternh. von H. Vogel, Leipzig 1867), und ist dadurch ein Verzeichniss von etwa 100 wohl bestimmten Objecten zu Stande gekommen, die alle bereits früher von anderen Beobachtern bestimmt wurden. Bei der Schwierigkeit der Ortsbestimmung von Nebelflecken, ist für jetzt als der grösste Vorzug der neueren Untersuchungen dieser Art und als ein glänzendes Zeugniss für die Geschicklichkeit der Beobachter, die Thatsache zu betrachten, dass die neueren Positionen alle eine sehr gute Uebereinstimmung zeigen. Der Zukunft muss es überlassen bleiben, die Eigenbewegungen der Nebelflecke zu ermitteln.

Es kann hier keineswegs beabsichtigt werden, eine Charakterisirung aller irgendwie bemerkenswerthen Nebelflecke zu geben, dazu ist schon deren Anzahl zu bedeutend; auch wurde bereits Mehreres hierüber oben nach W. Herschel mitgetheilt. Nur einzelne der wichtigsten Nebel mögen hier specieller behandelt werden.

Der grosse Nebel im Orion. Die Entdeckungsgeschichte desselben ist schon oben mitgetheilt worden. Legentil, der eine (unvollkommene) Zeichnung dieser seltsamsten aller Nebelflecke gegeben hat (Mém. Acad. Sci. Par. 1759), vergleicht seine allgemeine Gestalt mit dem geöffneten Rachen eines Thieres, und in der That zeigt die Parthie nordöstlich vom Trapeze eine entfernte Aehnlichkeit mit diesem Bilde. Charakteristischer freilich ist der Vergleich mit zwei ausgebreiteten Schmetterlingsflügeln. Inzwischen vermag keine blosse Beschreibung auch nur eine entfernte Vorstellung von der wundervollen Mannigfaltigkeit der Gestaltung und Schattirung des Nebelduftes zu geben, wie sich derselbe in mächtigen Fernrohren dem forschenden Blicke darstellt. Der mächtige (und hier formumwandelnde) Einfluss, den die optische Kraft des angewandten Instruments auf das Aussehen der Nebel von unregelmässiger Gestalt ausübt, ist der Grund, weshalb besonders die älteren, mittelst unvollkommner Teleskope erlangten Zeichnungen des Orionnebels, eine so geringe Aehnlichkeit unter einander und im Vergleiche mit den neueren Abbildungen zeigen. Was Mairan, Legentil und Messier von Veränderungen in dem Aussehen dieses Nebelfleckes wahrzunehmen meinten, ist ebenso unsicher, wie diejenigen Veränderungen, die der ältere Herschel constatiren zu können glaubte. Dieser berühmte Beobachter äussert sich über den grossen Orionnebel in seiner sechsten Abhandlung von 1811 in folgender Weise.

„Den 4. März 1774 beobachtete ich den Nebelstern (Nr. 43 des Messier'schen Cataloges), welcher sich einige Minuten nördlich von dem Nebel befindet. Zu gleicher Zeit bemerkte ich auch zwei ähnliche, aber viel kleinere, nebelige Sterne auf beiden Seiten des grössern und nahezu in gleicher Entfernung von demselben. Im Jahre 1783 untersuchte ich den Nebelstern und fand ihn von einer zarten Glorie weisslichen Nebels umgeben, die sich mit dem grossen Nebel verband. Gegen Ende dessel-

bigen Jahres bemerkte ich, dass er nicht gleichförmig umgeben war, sondern südwärts nebeliger erscheint. Im Jahre 1784 fasste ich die Meinung, dass der Stern mit der Nebelmasse des grossen Orionnebels nicht in Verbindung stehe, sondern einer von den Sternen sei, die in dieser Himmelsgegend umher zerstreut stehen. In den Jahren 1801, 1806 und 1810 ward diese Meinung vollständig bestätigt durch die fortschreitenden Veränderungen, die sich in dem grossen Nebel ereigneten, zu welchem der Nebel, der den Stern umgibt, gehört. Denn die Lichtintensität um den Stern herum war damals beträchtlich vermindert und zwar durch Verdünnung oder Zerstreuung der Nebelmaterie. Es schien nun ziemlich augenscheinlich, dass der Stern weit hinter der Nebelmaterie sich befindet und sein Licht bei dem Durchgange durch dieselbe so zerstreut und abgelenkt wird, dass die Erscheinung eines Nebelsternes entsteht. — Als ich diesen interessanten Gegenstand im December 1810 wiedererblickte, richtete ich meine Aufmerksamkeit besonders auf die kleinen Nebelsterne zu beiden Seiten des grössern. Ich fand sie vollkommen frei von jedem nebeligen Aussehen. Dieses bestätigte nicht allein meine ehemalige Voraussetzung über die grosse Verdünnung der Nebelmassen, sondern bewies auch, dass ihr früheres nebeliges Aussehen lediglich dem Durchgange ihres schwachen Lichtes durch die zwischen ihnen und der Erde befindlichen Nebelmassen zuzuschreiben sei. Den 19. Januar 1811 nahm ich eine andere kritische Untersuchung desselben Gegenstandes mittels des vierzigfüssigen Teleskopes vor. Aber trotz der überwiegenden Lichtstärke dieses Instrumentes, konnte ich keine Spur von zurückgebliebener Nebelichkeit um die kleinen Sterne bemerken; sie erschienen vollkommen klar und in derselben Lage, in welcher ich sie ungefähr vor 37 Jahren mit Nebel umhüllt erblickt hatte. — Wenn demnach das Licht dieser drei Sterne, wie ich nachgewiesen, eine sichtbare Modification bei seinem Durchgange durch die Nebelmaterie erlitten hat, so folgt, dass seine Entfernung von uns geringer ist als diejenige des grössten jener Sterne, den ich 8. oder 9. Grösse schätze. Die grösste Entfernung, in welche wir den zartesten Theil des Orionnebels versetzen dürfen, übersteigt daher nicht die Distanz der Sterne 8. bis 9. Grösse; vielleicht erstreckt sie sich nicht einmal bis auf die Entfernung der Sterne 3. bis 2. Grösse, und folglich muss man annehmen, dass der hellste Theil des Nebels uns noch näher liegt. Meine Beobachtungen über die sehr beträchtlichen Veränderungen in der Gestalt dieses Nebels, ebenso auch seine grosse Ausdehnung, unterstützen diese Ansicht. Denn in entfernten Gegenständen lassen sich nicht so leicht Veränderungen wahrnehmen, als in näheren und zwar wegen des kleinern Winkels, unter welchem sowohl der Gegenstand als seine Veränderungen dem Auge erscheinen. — Im Januar 1783 war das nebelige Aussehen sehr verschieden von dem des Jahres 1780; im September war seine Gestalt wiederum anders als im Januar. In der Absicht, die Frage nach Veränderungen der Nebelmaterie zur sichern Entscheidung zu bringen, wählte ich im März 1811 ein Teleskop von der nämlichen Lichtstärke

und Vergrösserung, wie jenes, das ich 37 Jahre vorher benutzt hatte. Die relative Stellung der Sterne war unverändert geblieben, allein die Anordnung der Nebelmaterie fand ich beträchtlich verändert. — Ich verglich auch das gegenwärtige Aussehen dieses Nebels mit der Zeichnung, die Huygens gab. Die 12 Sterne in dieser Zeichnung reichen hin, um die Anordnung des Nebels zur Zeit seiner Beobachtung zu bestimmen. Aus ihrer Lage ergibt sich, dass der Nebel keinen südlichen Zweig besass und ebenso wenig einen nördlichen..... Die Veränderungen, die demnach bereits stattgefunden haben, eröffnen uns eine Aussicht auf diejenigen, welche in Zukunft durch stufenweise Verdichtung der Nebelmaterie herbeigeführt werden..." Herschel hat übrigens Unrecht, die Lichthülle um die drei Sterne nördlich des grossen Nebels, dem Durchgange des Lichtes jener Fixsterne durch die feine, zwischen ihnen und unserm Sonnensysteme im Raume befindliche, Materie des Orionnebels zuzuschreiben, ähnlich wie ein Stern uns von einer Lichthülle umgeben erscheint, wenn er durch feinen Duft in unserer Atmosphäre hindurch blickt. Wäre dies nämlich bei jenen drei Sternen analog der Fall, so müsste man annehmen, dass jenen Nebelhüllen wahre Durchmesser von vielen Millionen Meilen zukämen. Darf man aber annehmen, dass ein Stern, der selbst jenem Nebel als untheilbarer Punkt erscheint, beim Durchgange seines Lichtes durch eben diesen Nebel, dort einen kreisförmigen Lichtschein von so vielen Millionen Meilen Durchmesser erzeugt, dass dieser von der Erde könnte wahrgenommen werden?

Die Beobachtungen, welche der Landmarschall von Hahn mit einem 20füssigen Herschel'schen Reflector über den Orionnebel anstellte, haben unsere Kenntnisse dieses merkwürdigen Gebildes in Nichts gefördert. Das Gleiche gilt von den Beobachtungen Schröter's. Das fortwährende Bestreben, Veränderungen, welche in dem Nebelflecke vor sich gegangen sein sollten, aufzuspüren, musste nothwendig zu Einseitigkeiten führen, so lange noch keine Zeichnung dieses Himmelskörpers vorhanden war, die bis in ihre kleinsten Theile als zuverlässig betrachtet werden durfte.

Erst im Jahre 1824 gab Sir John Herschel eine genauere Zeichnung des Orionnebels und dieser folgte 1847 die herrliche Darstellung desselben, welche sich in der Capreise findet, begründet auf die Beobachtungen am Vorgebirge der guten Hoffnung in den Jahren 1834 bis 1837. Im Jahre 1848 gab William Cranch Bond eine ähnliche Zeichnung (Mem. of the Americ. of Arts et Sciences Vol. III.), begründet auf Beobachtungen mittels des grossen Refractors zu Cambridge. Später haben Otto Struve und besonders Secchi Zeichnungen des Orionnebels geliefert, welche das höchste Interesse in Anspruch nehmen. Leider ist indess trotz aller dieser Arbeiten die Frage nach etwaigen physischen Veränderungen jenes Nebelgebildes, noch immer nicht einwurfsfrei entschieden. Die Veränderungen, welche Struve annimmt, sind nicht ganz sicher; ebenso diejenigen, welche Stone und Carpenter am 11. Januar 1864 bei einem Vergleiche mit den Abbildungen von Sir John Her-

schel und Bond zu erkennen glaubten. Herschel's Reflectore haben niemals auch nur eine Andeutung der Auflösbarkeit des Orionnebels verrathen. Erst Lamont's grosser Refractor gab 1837 die erste Ueberzeugung, dass der ganze Nebel aus Sternen bestehe; der Astronom von Bogenhausen glaubte sogar in günstigen Momenten die einzelnen Lichtpünktchen wahrzunehmen. Der 23füssige Refractor von Bond zu Cambridge (V. St.) und Rosse's Riesenteleskop haben den fleckigen Theil, welcher die Huygens'sche Region heisst, in unzählbare Lichtpunkte aufgelöst. Uebrigens sind diese Lichtpunkte keineswegs als Fixsterne zu betrachten; denn die prismatische Lichtanalyse hat nachgewiesen, dass der Orionnebel sich thatsächlich im Zustande eines glühenden Gases befindet.

Der centrale Theil des Orionnebels wird nahezu durch vier hellere Sterne bezeichnet, welche das berühmte Trapez bilden, und die auf dunkelm Grunde rings von hellen Nebelmassen umgeben sind. Herschel der Aeltere, welcher seine astronomische Thätigkeit mit den Distanzmessungen der Sterne des Trapezes begann, hat niemals mehr als vier Sterne dort wahrgenommen. Struve sah 1826 den fünften zwischen γ und δ, der von der 12. Grösse ist; Sir John Herschel und South erblickten 1832 den sechsten von der 13. Grösse, de Vico sah 1839 noch drei andere, der schwächste davon scheint derjenige zu sein, welcher zwischen β und δ steht. Auch Lamont hat zwei Sterne aufgefunden, die zum Trapez gerechnet werden können und neuerdings, am 2. Januar 1862 hat Lassell auf Malta wiederum einen sehr schwachen Fixstern im Trapez wahrgenommen, so dass gegenwärtig die Zahl der Trapezsterne auf einem Raume von etwa vier Quadratminuten 11 oder 12 erreicht. (Vergl. A. Nachr. Nr. 1091). Dieselben sind jedoch von einem und demselben Beobachter noch niemals vereinigt gesehen worden; die grösste Zahl derselben, welche gleichzeitig gesehen wurde, ist 9, beobachtet am 6. Januar 1866 von Huggins. Es ist klar, dass jene kleinen Fixsterne zu den Veränderlichen gehören, aber ihre Helligkeitsschwankungen dürfen deshalb keineswegs ohne Weiteres mit etwaigen Veränderungen des Nebels selbst, in Verbindung gebracht werden. Es ist überhaupt zur Zeit noch durchaus nicht entschieden, ob die Sterne des Trapezes physisch zum Orionnebel gehören, oder sich bloss optisch auf ihm projiciren.

Bond hat bei seinen wichtigen und umfassenden Untersuchungen über den Orionnebel, auch die Veränderlichkeit von zwei Sternen in Abständen von 10,4′ und 10′ vom Trapez, in Gegenden, wo sich nur verhältnissmässig wenig Nebelmasse zeigt, nachgewiesen. Nach der von Safford vorgenommenen Reduction der Beobachtungen, variiren jene beiden Sterne zwar nur zwischen den Grössen 10,8 und 12. Argel., aber diese Veränderungen haben sich mehrfach wiederholt und sind unabhängig von Bond selbst und Safford beobachtet, so dass an ihrer Realität gar nicht gezweifelt werden kann. Trotz langer und möglichst ununterbrochen fortgesetzter Beobachtungen, ist es aber weder bei diesen beiden

Mittelpunkte;
Atmosphäre;
milchigen Ar
um den Ster
matterem, g
Sterne verrä
„Meine
dass sich d
Richtungen
meistens
sichtsfelder
gemeinh
trächtlich
dass, we
Nachbars
ich auf
„E
einige I
Der seh
hört w
Stelle
erstre
(des
ter S
geg
tor
lie
w
d
s

actor die Umrisse und die einzelnen Gestaltungen viel weniger
vortreten, als in Lord Rosse's Zeichnung.
glich der Grenzen, bis zu welchen die Nebelmaterie hat verfolgt
önnen, hat der Parsonstowner Reflector nicht erheblich mehr
, als die Refractore, deren sich Bond in Cambridge (V. St.)
rrest in Copenhagen bedient haben. Nach den Beobachtungen
n Herschel's am Cap erscheint der Hauptnebel, wenigstens so
timmte Formen an demselben erkannt werden konnten, auf einen
es Himmels an 0,22 Quadratgrad beschränkt. Allein die Nebel-
erstreckt sich mit unbestimmten Formen viel weiter, so dass
s Beobachtungen sich auf einen Raum von 3,36 Quadratgraden
n den Grenzen von $\pm$ 2^m 15$'$ in Rectascension und $\pm$ 1^0 30$'$ in
ation um ϑ Orionis herum beziehen. Die Nebelmassen um c und
nis erscheinen sowohl in den Zeichnungen von Rosse wie von
l in ununterbrochenem Zusammenhange mit dem Hauptnebel im ϑ;
nders wird nach den Wahrnehmungen von Bond die Verbindung
chen den Nebeln um c und ϑ Orionis durch drei getrennte Nebel-
fen hergestellt. Diesen Zusammenhang hat der ältere Herschel
falls angenommen, aber er scheint von ihm mehr geahnt als sicher
annt worden zu sein.

G. P. Bond hat beim Orionnebel zuerst die spiralförmige Structur
zelner Theile desselben erkannt und in seiner Zeichnung wiedergege-
n. Jene Formation erscheint in gekrümmten, schmalen Nebelstreifen,
n denen oft mehrere sehr nahe von einem Centrum ausgehen, sich im-
er mehr und mehr davon entfernen und durch dunkle Intervalle von
r übrigen Nebelmasse getrennt sind. Diese Formen sind in der frühern
eichnung von Herschel sowohl als in Rosse's Darstellung nicht
u bemerken. Bond schreibt dies dem Umstande zu, dass man über-
aupt auf dieselben früher noch nicht die Aufmerksamkeit gerichtet habe,
doch möchte diese Erklärung allerdings nur zum Theil als hinreichend
zu betrachten sein. Rosse macht in der, seiner Zeichnung beigefügten
Abhandlung darauf aufmerksam, dass um einige Sterne herum die nebelige
Materie gewissermaassen absorbirt zu sein scheine, während an anderen
Stellen eine Anhäufung derselben um einzelne Sterne stattfinde. Aus
diesen Wahrnehmungen schliesst er auf einen physischen Zusammenhang
zwischen den Sternen und dem Nebel, analog wie dies bereits früher von
dem ältern Herschel geschehen ist. An einzelnen Theilen vermuthet
Lord Rosse Veränderlichkeit in Glanz und Form des Nebels. Was die
Auflösbarkeit des Orionnebels anbelangt, so ist die frühere Ansicht, der
ältere Lord Rosse habe den Nebel gegen 1850 als Sternhaufen wahr-
zunehmen vermocht, eine irrige gewesen. Vielmehr ist es erst dem Ob-
servator Hunter in den Jahren 1861 bis 1864 gelungen, verschiedene
Theile der Huygens'schen Region aufzulösen. Unter Auflösbarkeit
scheint jedoch nur das zeitweilige Erscheinen schwach leuchtender Punkte
an Stellen des Nebels gemeint zu sein, wo in der Regel keine Sterne

notirt sind, aber nicht etwa das vollständige Auflösen eines oder des andern Theils des Nebels in Sternhaufen, deren einzelne Componenten durchweg deutlich erkannt werden konnten.

Die umfassendsten Arbeiten über den Orionnebel sind unstreitig diejenigen, denen der thätige G. P. Bond die letzten Jahre seines Lebens gewidmet hat. Sie sind im 5. Bande der Annals of the Astronomical Observatory of Harvard College 1867 von J. H. Safford herausgegeben worden. Verschiedenes aus dieser wichtigen Arbeit wurde schon oben bei Besprechung von Rosse's Beobachtungen erwähnt. Sie zerfällt in 6 Sectionen, von welchen die 3., 4. und 5. den Generalcatalog aller in der Nähe von ϑ, ι und c Orionis stehenden, im Cambridger Refractor sichtbaren Sterne, die Bestimmungen ihrer Helligkeit und Beobachtungen der physischen Beschaffenheit des Nebels enthalten. Der Catalog der, auf ϑ Orionis bezogenen, Positionen enthält 1101 Sterne, die alle noch in Gegenden liegen, in welchen Nebelmaterie am Cambridger Refractor als in Verbindung mit dem Hauptnebel stehend erkannt ist, während z. B. der von Otto Struve 1862 herausgegebene, auf Liapunow's Beobachtungen begründete am Pulkowaer Refractor verificirte und vervollständigte Catalog nur 155 Sterne aufweist. Inzwischen erstrecken sich diese letzteren nur über denjenigen Theil des Hauptnebels, der durch Sir John Herschel's Capbeobachtungen begrenzt ist, während Bond's Catalog in Uebereinstimmung mit W. Herschel's und seinen eigenen Wahrnehmungen über die weitere Verbreitung der Nebelmaterie, einen beiläufig fünfzehn Mal so grossen Raum umfasst. Bei nahezu gleichmässiger Vertheilung der Sterne, dürfte, im Verhältniss des bearbeiteten Raumes und der Anzahl der Bond'schen Bestimmungen, bei der vollkommen gleichen optischen Kraft der Cambridger und Pulkowaer Refractore, der Struve'sche Catalog nur 72 Sterne enthalten. Da derselbe nun unerachtet der ungünstigeren Bedingungen, unter welchen das Pulkowaer Instrument in diesem Falle zu arbeiten hatte, mehr als die doppelte Anzahl (155) Sterne aufweist, so spricht sich darin eine Abhängigkeit zwischen der Anzahl der Sterne und der Intensität des Nebels aus, welche ein bedeutendes Argument für den physischen Zusammenhang der Nebelmaterie und vieler in derselben sichtbaren Sterne abgibt, falls in der That Bond allen Theilen des von ihm bearbeiteten Raumes denselben Grad von Aufmerksamkeit durchweg zugewandt hat, wie dem Centralnebel. (Vergl. Vierteljahrschrift d. Astr. Ges. III. Bd., S. 29 u. ff.; V. Bd., S. 25 u. ff.)

Der Nebel in der Andromeda (AR. 0^h $35{,}1^m$ NP. D. 49^0 $30'$ f. 1860). Die grosse Axe dieses Nebelfleckes umfasst $2{,}5^0$, die kleine 1^0, jene ist von Nordwest nach Südost gerichtet. Messier hat diesen Nebel fleissig und mit verschiedenen Fernrohren beobachtet, aber keinen Stern darin wahrnehmen können. Er fand ihn gegen die Mitte zu stark verdichtet. Lamont sah ihn ebenso und unterschied bei Anwendung einer 1200fachen Vergrösserung mehrere fleckige Stellen um den $7''$ grossen

Kern herum, was er schon 1836 als ein sicheres Zeichen der Auflösbarkeit betrachtete. Der grosse Refractor zu Cambridge in Nordamerika hat in der That im März 1848 den Nebel in eine Unzahl von kleinen Sternchen, deren anderthalb Tausend gezählt wurden, aufgelöst, gleichzeitig aber auch zwei dunkle Streifen gezeigt, welche fast parallel das Ganze durchziehen und in zwei Hälften trennen, von denen die eine einen fast kreisrunden und einen länglichen, hellen Fleck zeigt, während in der andern Hälfte ebenfalls ein lichter Fleck steht, der in dem grossen Refractor von Bond fast genau das selbe Aussehen besitzt, wie der ganze Nebelfleck in den schwachen Ferngläsern von Simon Marius einst gezeigt hatte. (Mem. of the Americ. Acad. Vol. III, p. 75).

Der Nebel bei η Argus. Derselbe bedeckt etwa $^4/_7$ eines Quadratgrades des Himmels. Der jüngere Herschel hat während seines Aufenthalts am Cap eine ausgezeichnete Abbildung desselben geliefert und um diesen Nebel herum die Positionen von 1216 Sternen 7. bis 16. Grösse bestimmt, die allem Anscheine nach nur optisch mit demselben im Zusammenhange stehen. Die äussere Gestalt des Nebels ist sehr unregelmässig, doch lassen sich zwei Haupttheile unterscheiden, die durch eine schmale, nicht sehr helle Nebelbrücke mit einander verbunden sind. Im nördlichen Theile, rings von dichtem Nebel umgeben, befindet sich der Stern η Argus, auf dessen Veränderlichkeit schon Halley aufmerksam würde. Eine ältere Beobachtung desselben, von Pater Noel auf den Jesuitencollegien zu Rachol und Macao, zwischen 1685 und 1689 angestellt, hat Winnecke im 6. Bande des Amsterdamer Nachdrucks der Memoiren der alten Pariser Akademie aufgefunden. Die Helligkeitsschätzungen Noel's und Halley's sind für die Sterne ι, $\varkappa$, μ, ϑ Argus sehr gut übereinstimmend; η Argus erscheint indess bei Pater Noel als von der 2. Grösse aufgeführt (A. N. Nr. 1224). Dieser merkwürdige Stern verändert, den bis jetzt vorliegenden Beobachtungen zufolge, seine Helligkeit um viele Grössenclassen: bisweilen plötzlich, wie im December 1837, wo ihn Herschel am Cap beobachtete, bisweilen nur langsam im Laufe vieler Jahre. Die nachstehende Zusammenstellung der Beobachtungen über η Argus deutet keinerlei feste Periode im Lichtwechsel dieses Sternes, dessen Position für 1860,0: AR. $10^h\ 39^m\ 36{,}8^s$, NP. D. $148^0\ 56'\ 44{,}8''$ ist, an. (Vergl. indess A. N. Nr. 1420).

Beobachter	Zeit der Beobachtung	Helligkeit von η Argus
Pater Noel	1685 bis 1689.	2. Grösse.
Halley	1677.	4. "
Lacaille	1751.	2. "
Burchell	1811 bis 1815.	4. "
Fallows	1822.	2. "
Brisbane	1822 bis 1826.	2. "
Burchell	1827. Februar 1.	1. " = α Crucis.
"	1823. Februar 29.	2. bis 1. Grösse.
Johnson	1829 bis 1833.	2. Grösse.
Taylor	1832 bis 1833.	2. "
J. Herschel	1834 bis 1837.	1. bis 2. Grösse.
"	1838. Januar 2.	fast α Centauri gleich.
Maclear	1842. März 19.	kleiner als α Crucis.
"	1843. April.	fast dem Sirius gleich.
Mackay	1843. April 11. bis 14.	heller als Canopus.
Gillis	1850. Februar.	fast Canopus gleich.
F. Abbot	1856.	fast α Centauri gleich.
"	1858. Februar 10.	fast β Crucis gleich.
"	1858. März 6.	fast γ Crucis gleich.
"	1858. Mai 28.	kleiner als γ Crucis.
"	1859. Juli 6.	$\varkappa$ Argus (3. Grösse) gleich.
"	1860. November 2.	δ Crucis kaum gleich η Argus.
"	1861. März 21.	δ Crucis heller als η Argus.
"	1861. April 8. bis 13.	ε Crucis heller als η Argus.
Möstа	1865. Februar.	η von der 6. Grösse.

Die Beobachtungen von Abbot auf der Privatsternwarte Hobart Town bezeichnen seit dem Jahre 1858 den merkwürdigen Stern als matt, schlecht begrenzt, wie zum Auslöschen, und schliesslich im Jahre 1861 als mit einem schwachen, milchigen Scheine umgeben. Schon im Jahre 1850 hatte Gillis den Stern als röthlichgelb, von dunklerer Farbe wie Mars beschrieben. Man kann an einen gleichzeitigen Zusammenhang des Lichtwechsels mit physischen Veränderungen in dem grossen Nebel denken; aber es scheint wahrscheinlicher, dass die Helligkeitsschwankungen von η Argus ganz unabhängig von dem grossen Nebel vor sich gehen und dass dieser Stern, im Sinne der geistreichen Hypothese Zöllner's über die Entwickelungsstadien der Weltkörper, in einer der letzten Phasen seiner Existenz als selbstleuchtender Sonne, sich befindet. (Vergl. Proc. Roy. Soc. Nr. 117.)

Der grosse Nebelfleck selbst erscheint von körniger Textur, im all-

gemeinen ein sicheres Zeichen der Auflösbarkeit. Den grossen Reichthum der Himmelsregionen in der Nachbarschaft des Nebelfleckes an Sternen, ergeben folgende Aichungen des jüngern Herschel:

Rectascension.	Zahl der Sterne im Gesichtsfelde des Teleskops.
$9^h\ 38^m$	93
9 50	125
10 10	106
10 26	144
10 30	224
11 24	250
11 35	140

Sir John Herschel berechnet hiernach, dass in diesem Theile der Milchstrasse in zwei Stunden 147 500 Sterne das Gesichtsfeld seines Teleskops passiren mussten.

Es ist hier der Ort, wenigstens beiläufig zweier Erscheinungen am Himmelsgewölbe zu gedenken, welche, wie Humboldt sich ausdrückt, die landschaftliche Anmuth der südlichen Himmelsgefilde erhöhen, deren Stellung zum Universum für uns aber noch sehr räthselhaft ist. Die beiden Magelhanischen Wolken, welche in ungleichen Abständen um den sternleeren, verödeten Südpol kreisen, zeigen sich dem unbewaffneten Auge wie abgerissene Stücke der Milchstrasse; aber sie sind keineswegs unmittelbar von derselben Natur, sondern wundervolle Aggregate von Sternen, Nebelflecken und Sternhaufen, wie sich ähnliche am ganzen Himmel nicht wiederfinden. An Grösse und Glanz sind die beiden Wolken wesentlich von einander verschieden; die eine umfasst 42, die andere nur 10 Quadratgrade des Himmels, und während jene auch bei Vollmondscheine noch erkennbar bleibt, verschwindet diese im Mondlichte für das blosse Auge ganz. Der grossen Wolke wird zuerst von Abdurrhaman Sufi gedacht. „Unter den Füssen der Sichel,“ (d. h. des Canopus), sagt er, „steht, wie Einige behaupten, ein weisser Fleck, den man weder in Irak (in der Gegend von Bagdad) noch in Nadsched (im nördlichen Arabien) sieht, und den man in Tehama (einer Landschaft des glücklichen Arabiens an der Küste des rothen Meeres) El-baker, den Ochsen, nennt“ (Ideler Ursprung d. Sternnamen S. 262). Die Wichtigkeit des Handelsweges nach Ostindien um das Cap ist es wahrscheinlich gewesen, welche zuerst die Benennung Capwolken, als merkwürdiger auf den Capreisen sichtbarer Himmelserscheinungen, hervorrief, während der glänzende Ruf und die lange Dauer der Magelhanischen Weltumsegelung den Namen Magelhanische Wolken ausbreitete (Kosmos III, S. 344, 346). Mit diesen lichten Wolken contrastiren die schwarzen Flecke, dunkle, sternleere Räume des südlichen Himmels, deren bereits Petrus Martyr d'Anghieri gedenkt. Die dunkeln Flecke im südlichen Kreuze (von den englischen Seefahrern Coal-bags, Kohlensäcke, genannt) haben

2

[illegible]

Murray

"

Mackay

Gillin

E. Abbott

"

"

"

"

"

"

"

Malin

[illegible]

...chwer zu bestimmen. Goldschmidt betrachtet ...n kleinen Theil der kosmischen, leuchtenden Ma... eines Bogens gegen Süden hin erstreckt und eine Lücke zwischen den Sternen Merope und Atlas ...ne der Plejaden befinden sich auf vollkommen nebel... ...r bei dem Sterne Merope scheint der Nebel näher ... sich, gleich demjenigen im Orion, über einen grossen ...rrest hält diesen Nebel für vielleicht veränderlich ...stimmter spricht dies Schmidt aus (A. N. Nr. 1391); Plejaden häufig und mit lichtstarken Instrumenten ...ne Spur von Nebel vor 1861 Februar 5 zu erkennen.

...ebel im nördlichen Jagdhunde (AR. 13^h $23{,}9^m$ ...860). Derselbe wurde von Messier am 13. October ...Sterne η im grossen Bären gefunden und als ein Nebel ...hrieben, der nur schwer mit einem $3^1/_2$füssigen Fern... ...erden könne. Messier bezeichnet ihn als doppelt, jeden ... glänzenden Centrum und 4′ 35″ Durchmesser. Die zwei ...erührten sich, doch sei die eine schwächer als die andere. ...schel beschreibt das Gebilde als einen hellen, runden Nebel, ... Hofe umgeben ist und in einiger Entfernung von einem ... begleitet wird. Sir John Herschel glaubte an der süd... ...ite des umgebenden Nebelhofes eine Trennung in zwei Arme ... und machte darauf aufmerksam, dass der ganze Nebel ein ... unserer Fixsternschicht und der sie umgebenden Milchstrassen... ...elle. Alle diese unvollkommenen Wahrnehmungen haben die ...ngen mittels des Rosse'schen Riesenteleskopes beseitigt. Es ...n, im Frühlinge 1845, dass jener Nebel keineswegs in Wirklich... ...ild der Milchstrasse darstellt, dass er auch nicht von einem, stellen... zwei Arme getheilten, Ringe umgeben ist, sondern dass er sich ...ichend kräftigen Instrumenten als eine leuchtende Spira, als ein ...enartig gewundenes Tau, darstellt, dessen Windungen uneben er... ...n und an beiden Extremen, im Centrum und auswärts, in dichte, ...ge, kugelrunde Knoten auslaufen.

Analoge Gebilde hat Rosse's Teleskop noch mehrfach gezeigt. Schon ...ältere Herschel hat die Existenz solcher Gestaltungen geahnt. In ...er grossen Abhandlung von 1811, wo er von ausgedehnten Nebeln, ... den Fortschritt der Verdichtung zeigen, spricht, sagt er: „Wenn die ...belmaterie sehr ausgedehnt ist, so findet sich bei denjenigen Nebeln, ...e einen vollkommen ausgebildeten Kern haben, das Neblige zu beiden ...eiten desselben, in einem weit feinern (lichtschwächern) Zustande, als ...bei den Nebeln, deren Kerne scheinbar in einem Zustande des Entstehens begriffen sind. Diese zarten, entgegengesetzten Anhängungen an den Kern habe ich bei meinen Beobachtungen die Zweige genannt. Bei wenigen Nebeln ist auch noch eine kleine, zarte Neblichkeit von runder Ge-

stalt um den Kern herum, diese nannte ich Mähne. Nr. 65 des Messier'schen Cataloges ist „ein sehr heller Nebel; er dehnt sich aus nach der Richtung des Meridians, und ist etwa 12 Minuten lang. Er hat einen hellen Kern, dessen Licht plötzlich an seinem Rande abnimmt, und zwei entgegenstehende, sehr lichtschwache Zweige." L 205 ist „ein sehr heller Nebel, 5 bis 6 Minuten lang, 3 oder 4 Minuten breit; er hat einen kleinen hellen Kern, mit einer zarten Mähne umher, und zwei entgegenstehende, sehr gedehnte Zweige." Der Bau dieser Nebel ist verwickelt und geheimnissvoll; in dem gegenwärtigen Zustande unserer Kenntniss möchte es anmaassend sein, eine Erklärung desselben zu wagen; wir können nur einige wenige entfernte Ansichten fassen, welche uns doch zu folgenden Fragen führen. Sollte die Lichtschwäche der Zweige von einer allmäligen Abnahme der in ihnen enthaltenen Nebelmaterie in Länge und Dichtigkeit herrühren, veranlasst durch die Anziehung des Kerns, auf welchen sie sich wahrscheinlich niedersenkt? Sind diese lichtschwachen, nebeligen Zweige um den Kern, in einem ungeheuren Maassstabe etwa ähnlich dem, was unser Zodiakallicht der Sonne in verkleinertem Bilde ist? Deutet die Mähne etwa darauf hin, dass vielleicht ein Theil der Nebelmaterie, ehe sie in den Kern sich niederlässt, anfängt, eine sphärische Gestalt anzunehmen und so das Aussehen einer feinen Mähne gewinnt, die den Kern in concentrischer Anordnung umgibt? Und — wenn wir es wagen dürften, diese Fragen noch weiter auszudehnen — wird nicht die Materie dieser Zweige, indem sie während ihres Herabstürzens gegen den Kern ihre Substanz in die Mähne entladet, eine Art Wirbel oder umschwingende Bewegung hervorbringen? Muss nicht solch' eine Wirkung eintreten, ausser wenn wir, im Widerspruch mit der Beobachtung, annehmen, ein Zweig sei genau gleich dem andern; dass beide genau in einer geraden Linie liegen, die durch den Mittelpunkt des Kernes geht, dadurch, dass sie genau einen gleichen Stern verursachen, der in die Mähne an entgegengesetzten Seiten eintritt; und da dies nicht wahrscheinlich ist, sehen wir nicht eine natürliche Ursache, die einem Weltkörper gleich bei seiner Bildung umwälzende Bewegung ertheilen kann?"

Ausser dem Spiralnebel in dem nördlichen Jagdhunde sind noch folgende merkwürdige Nebel dieser Art aufzuführen:

AR. (für 1860,0)		NP. D.		
12^h	$11{,}7^m$	74°	48′	Messier Nr. 99.
12	15,8	73	24	von Méchain am 15. März 1781 entdeckt und als sehr lichtschwacher Nebel ohne Sterne beschrieben.
13	29,1	119	10	von Lacaille entdeckt und von Messier als äusserst matter Nebel beschrieben.
13	30,5	107	10	II. 297 des W. Herschel'schen Catalogs.

Der Ringnebel in der Leyer (AR. 18^h $48{,}3^m$ NP. D. 57° 9′ f. 1860), wurde 1779 von D'Arquier zu Toulouse bei Gelegenheit der

Beobachtung des Bode'schen Kometen entdeckt. Messier beschreibt ihn als einen runden Lichtflecken, von dem man vermuthen möchte, dass er aus Sternen bestehe, obgleich die besten Fernrohre diese nicht zu zeigen vermöchten. W. Herschel hat zuerst einzelne Sterne in dem elliptischen Ringe erkannt, später haben ihn Rosse und Bond aufgelöst. Auch Chacornac hat mittels des grossen Foucault'schen Spiegelteleskopes erkannt, dass dieser Nebel aus einer ungeheuren Menge sehr kleiner Sterne besteht, deren hellste an den Endpunkten der kleinen Axe stehen (A. N. Nr. 1368).

Im Ganzen sind von eigentlich ringförmigen Nebeln vier bekannt, nämlich ausser demjenigen in der Leyer noch folgende:

AR. (für 1860,0)		NP. D.		
17^h	$12,7^m$	128^0	20′	
17	20,8	113	38	von W. Herschel am 21. Mai 1784 als planetarische Scheibe von 40″ bis 50″ Durchmesser beobachtet.
20	10,6	59	52	

Der Omeganebel. Von Messier unvollkommen gesehen und als ein sehr lichtschwacher, spindelförmiger Nebelstreifen, ähnlich demjenigen in der Andromeda, beschrieben. Der von Herschel dem Nebel beigelegte Name bezieht sich auf dessen Gestalt, welche in der That mit einem griechischen Omega einige Aehnlichkeit hat. Die einzelnen Theile sind jedoch von sehr ungleicher Lichtstärke; Messier hat nur den vorausgehenden, hellen Arm bemerkt; erst der ältere Herschel vermochte den ganzen Nebel wahrzunehmen. Der jüngere Herschel fand den Lichtknoten im östlichen Theile des hellen Armes auflösbar. Lamont, der den Nebel aufmerksam untersuchte, hat in unmittelbarer Nähe desselben 35 Sterne gefunden, von denen 9 in Herschel's Zeichnung fehlen. Der Astronom von Bogenhausen zweifelt nicht daran, dass der Nebel aus einer Masse sehr entfernter Sterne besteht; doch hält er es wegen der höchst unregelmässigen Gestalt nicht für wahrscheinlich, dass das Ganze ein System bilde, vielmehr glaubt er, dass wir hier eine Menge Systeme, theils neben einander, theils bloss optisch auf einander projicirt sehen.

Der Ort des Nebels ist (für 1860): AR. 18^h $12,6^m$, NP. D. 106^0 14′.

Nebel im Schwan (H. 2051) AR. 19^h $41,1^m$, NP. D. 39^0 50′ (für 1860).

Vom ältern Herschel am 6. September 1793 entdeckt und zu den Nebeln gezählt, von denen er glaubt, dass sie allmälig sich der Periode der letzten Verdichtung nähern. Der grosse Beobachter gibt folgende Beschreibung dieses Objectes, welches ein Zwischenglied zwischen Nebelsternen und planetarischen Nebeln ist: „Ein heller Punkt, etwas gedehnt, wie zwei Punkte nahe aneinander, einem Sterne 8. oder 9. Grösse an Helligkeit vergleichbar, erscheint von einem hellen, milchigen Nebel um-

[illegible]

[illegible] im Wassermann. [illegible]

[illegible] am [illegible] September [illegible] entdeckt [illegible] begrenzte Scheibe [illegible] Form und [illegible] Farbe. [illegible] erkannte Lassell auf Malta eine leichte [illegible] schwachen, an dem einen Endpunkte [illegible] Sterne angehören konnte. Wurden [illegible] von 760 bis 1480 Mal unter den günstig- [illegible] zeigte sich im Innern des Nebelfleckes

ein brillanter elliptischer Ring, vollkommen scharf und ohne Zusammenhang mit dem umgebenden Nebel, der gleich einem Schleier von der feinsten Gaze jenen bedeckt. Im südwestlichen Theile ist die Helligkeit des Ringes etwas bedeutender als in den übrigen Parthien. Die Breite desselben ist übrigens verschieden von derjenigen, welche der Saturnsring für den Anblick von der Erde aus darbietet, sie ist nämlich allenthalben gleich. Die Dimensionen für die grosse und kleine Axe finden:

Struve . .	25″	und	17″
Lamont . .	24,5	„	18,3
Lassell . .	26	„	17.

Dieser Nebel bietet ein merkwürdiges Beispiel der Schwierigkeit, mit welcher die Beobachtung dieser Objecte verbunden ist. Der ältere Herschel erblickte den Nebel meist als bleiche, runde Scheibe, nur in günstigen Momenten von ovaler Form, indem alsdann ein höchst feiner, dicht am Südrande sich hinziehender Nebelstreif sichtbar wurde. Lamont bemerkte mit dem achtzehnfüssigen Refractor der Bogenhauser Sternwarte diesen Nebelstreif zuerst mit Bestimmtheit und erkannte den elliptischen Ring, welcher den innern, minder hellen Raum umschliesst. Dasselbe findet auch Rosse in dem mächtigen Parsonstowner Teleskope, und bemerkte dieser Beobachter noch feine Nebelstreifen an den beiden Endpunkten der grossen Axe der Ellipse.

AR. $12^h\ 26^m\ 3{,}3^s$, NP. D. $89^0\ 8'\ 56{,}6''$.

Nebel in der Jungfrau, von Herschel am 23. Februar 1784 zuerst gesehen. Er beschreibt ihn als sehr lichtschwach, gross und von kometarischem Aussehen. Im Centrum befindet sich ein heller Punkt mit einer sehr schwachen, milchigen Mähne.

AR. $10^h\ 43^m\ 49{,}0^s$, NP. D. $83^0\ 26'\ 44{,}4''$.

Von Herschel am 23. Februar 1784 entdeckt. Ein sehr heller Stern mit einem milchigen Strahl, südlich vom Parallel, 15′ oder 20′ lang.

AR. $10^h\ 55^m\ 59{,}3^s$, NP. D. $71^0\ 6'\ 42{,}0''$.

Am 14. März 1784 von Herschel entdeckt. In seinem Verzeichnisse gibt er folgende Beschreibung des Objectes: „Zart, ziemlich gross, milchig, zwischen zwei hellen Sternen stehend; wie ein elektrischer Pinsel gegen den nördlichen gerichtet, doch ohne Verbindung; rund.“

AR. $10^h\ 17^m\ 31{,}0^s$, NP. D. $72^0\ 8'\ 18{,}9''$.

Am 21. März 1784 zuerst aufgefunden. „Ein ziemlich bedeutender Stern, mit einem sehr zarten Pinsel, nördlich folgend. Mit 240facher Vergrösserung sind sehr kleine Sterne in ihm sichtbar, die aber nicht zu ihm gehören.“

AR. $20^h\ 10^m\ 45{,}8^s$, NP. D. $59^0\ 51'\ 33{,}3''$.

Am 17. Juli 1784 entdeckt und als sehr lichtschwach, rund und gleichförmig hell mit scharf begrenzter Kante beschrieben.

AR. 19^h 7^m 14,8', NP. D. 92° 57′ 5,3″.

Am 21. Juli 1784 aufgefunden. „Sehr dunkel; gleichförmiges Licht; eine Minute Durchmesser; in Sterne auflöslich. In der Mitte zahlloser Sterne der Milchstrasse.

AR. 0^h 3^m 14,6', NP. D. 63° 4′ 58,5″.

Am 8. September 1784 entdeckt. „Ein zarter Stern mit kleiner Mähne und zwei Knäueln."

AR. 20^h 16^m 7,9', NP. D. 70° 20′ 19,3″.

Am 16. September 1784 aufgefunden. „Ziemlich hell, vollkommen rund, ziemlich gut begrenzt. Durchmesser $^3/_4$ Minute. In Sterne auflöslich."

AR. 23^h 19^m 9,0', NP. D. 48° 13′ 57,5″.

Am 6. October 1784 mittels des siebenfüssigen Reflectors aufgefunden. „Hell, rund, eine planetarische, gut begrenzte Scheibe von 15″ Durchmesser."

AR. 6^h 0^m 44,0', NP. D. 96° 22′ 39,5″.

Am 6. October 1784 entdeckt. „Ein Stern 9. Grösse mit milchiger Mähne, unregelmässig elliptisch."

AR. 6^h 4^m 17,9', NP. D. 96° 12′ 6,1″.

Am 6. October 1784 entdeckt. „Ein Stern 11. bis 12. Grösse, beschaffen wie der vorige, aber sehr zart."

AR. 5^h 27^m 26,0', NP. D. 112° 2′ 39,9″.

Am 20. November 1784 aufgefunden. „Sehr klein und sternig; sehr zarte Mähne, Kern nicht ganz central."

AR. 7^h 46^m 40,1', NP. D. 116° 2′ 1,1″.

Am 9. December 1784 entdeckt. Herschel bemerkt darüber in seinem Cataloge: „Ziemlich hell, gross, rund, leicht auflöslich in Sterne. Der Durchmesser ist 6′ bis 7′. Es zeigt sich eine schwache rothe Farbe. Ein Stern 8. Grösse steht nicht weit von der Mitte, gehört aber nicht dazu. Eine zweite Beobachtung gibt 9′ bis 10′ Durchmesser."

AR. 4^h 7^m 50,8', NP. D. 103° 5′ 32,2″.

Am 1. Februar 1785 von Herschel aufgefunden. Folgendes sind die Bemerkungen des grossen Astronomen über dieses Object: „Sehr hell, vollkommen rund, oder doch nur sehr wenig elliptisch. Planetarische, aber schlecht begrenzte Scheibe. Eine zweite Beobachtung löst den Nebel an den Kanten auf. Er ist wahrscheinlich ein sehr zusammengedrängter Sternhaufen in ungemessener Ferne."

AR. 5^h 39^m 49,8', NP. D. 89° 46′ 49,6″.

Am 1. Januar 1786 von Herschel entdeckt. „Ein Stern mit sehr feiner, ausgedehnter, milchiger Mähne. Der Stern ist nicht ganz im Centrum.“

AR. 17^h 58^m $20{,}0^s$, NP. D. 23° 22′ 9,5″.

Von W. Herschel am 15. Februar 1786 entdeckt und als planetarischer, sehr heller Nebel beschrieben. „Die Scheibe hat einen Durchmesser von 35″ mit einer sehr schlecht begrenzten Ecke. Nach langer, aufmerksamer Beobachtung erscheint ein sehr helles, gut begrenztes Centrum.“

AR. 7^h 35^m $25{,}4^s$, NP. D. 104° 24′ 39,4″.

Aufgefunden am 19. März 1786. „Sehr hell, rund, auflöslich. Der Nebel befindet sich innerhalb des Sternhaufens Nr. 49 des Messier'schen Cataloges. Er ist von durchaus gleichförmigem Lichte und hat 2′ Durchmesser. Hat keinen Zusammenhang mit dem Sternhaufen, der frei von jeder Nebelspur erscheint.“

AR. 17^h 53^m $50{,}8^s$, NP. D. 113° 1′ 39,9″.

Am 26. Mai 1786 von Herschel entdeckt. „Doppelstern mit ausgedehnter Nebelhülle von verschiedener Lichtintensität. Um den Doppelstern ist eine schwarze Oeffnung, in kleinerm Maasse wie beim Orionnebel.“

AR. 6^h 0^m $8{,}7^s$, NP. D. 96° 11′ 46,0″.

Am 28. November 1786 aufgefunden. „Ein Stern mit milchiger Mähne.“

AR. 7^h 20^m $54{,}4^s$, NP. D. 68° 48′ 33,2″.

Aufgefunden am 17. Januar 1787. „Ein Stern 9. Grösse mit sehr hellem, milchigem Nebel, gleichförmig um ihn herum zerstreut. Ein sehr merkwürdiges Phänomen.“

AR. 16^h 43^m $6{,}4^s$, NP. D. 42° 8′ 38,8″.

Entdeckt am 12. Mai 1787. „Sehr hell, rund, 4′ Durchmesser. Ganz gleichförmig hell, mit zartem, auflöslichem Rande.“

AR. 19^h 36^m $3{,}0^s$, NP. D. 104° 28′ 52,5″.

Am 8. August 1787 entdeckt. „Beträchtlich hell, klein; schöner planetarischer Nebel, doch an den Kanten bedeutend dicknebelig; gleichförmiges Licht; 10″ bis 15″ Durchmesser.“

AR. 3^h 54^m $57{,}0^s$, NP. D. 29° 27′ 30,6″.

Entdeckt am 3. November 1787. „Ziemlich heller, planetarischer Nebel; nahe 1′ Durchmesser; rund, von gleichförmigem Lichte; ziemlich gut begrenzt. Eine zweite Beobachtung mit Vergrösserung 360 zeigt das Object noch etwas schärfer begrenzt und ein wenig elliptisch.“

AR. 8^h 3^m $18{,}1^s$, NP. D. 43° 35′ 28,4″.

Von Herschel am 6. Februar 1788 zuerst beobachtet. „Ziemlich hell, rund, durchaus von gleichem Lichte; nähert sich dem planetarischen, doch nicht gut begrenzt und an den Rändern etwas schwächer. Durchmesser 45″ bis 60″.“

AR. 10^h 29^m $59{,}7^s$, NP. D. 35° 45′ 49,1″.

Am 12. April 1789 aufgefunden. „Sehr hell, rund, planetarisch, aber sehr schlecht begrenzt. Die Undeutlichkeit am Rande ist weit ausgedehnt; so dass man ihn als eine Zwischenstufe annehmen kann zwischen einem planetarischen Nebel und einem solchen, der stufenweise heller gegen die Mitte wird.“

AR. 11^h 50^m $15{,}6^s$, NP. D. 35° 50′ 34,2″.

Entdeckt am 12. April 1789. „Beträchtlich hell, mit hellem, rundem Kern; mit feinen Nebelarmen von Nordwest nach Südost gerichtet, 7′ bis 8′ lang, 4′ bis 5′ breit.“

AR. 7^h 35^m $41{,}2^s$, NP. D. 107° 53′ 22,3″.

Herschel fand denselben am 4. März 1790. „Ein schöner, planetarischer Nebel von beträchtlicher Helligkeit; nicht sehr gut begrenzt; 12″ bis 15″ Durchmesser.“

AR. 7^h 2^m $14{,}0^s$, NP. D. 90° 30′ 8,1″.

Am 5. März 1790 entdeckt. „Ein ziemlich bedeutender Stern 9. oder 10. Grösse, sichtbar mit sehr zartem Nebel behaftet, rings umher in geringer Ausdehnung. Die Vergrösserung 300 zeigte dasselbe, gab aber dem Nebel mehr Ausdehnung. 22 Einhorn war gänzlich frei von allem Nebel.“

AR. 11^h 47^m $27{,}9^s$, NP. D. 30° 43′ 51,9″.

Entdeckt am 18. März 1790. „Ziemlich hell, rund. Der grösste Theil von gleichförmigem Lichte, dann ziemlich schnell abnehmend. Zwischen 2′ bis 3′. Durchmesser.“

AR. 4^h 0^m $28{,}6^s$, NP. D. 59° 35′ 29,2″.

Am 30. October 1790 aufgefunden. „Ein höchst sonderbares Phänomen. Ein Stern 8. Grösse mit einer zarten Lichtatmosphäre von kreisrunder Gestalt, etwa 3′ Durchmesser. Der Stern ist vollkommen in der Mitte und die Atmosphäre ist so verwaschen, zart und durchaus gleichförmig, dass man nicht annehmen kann, sie bestehe aus Sternen, auch kann kein Zweifel stattfinden über die Verbindung der Atmosphäre und dem Sterne. Ein anderer Stern, von nicht viel geringerm Glanze, war zu gleicher Zeit mit obigem im Gesichtsfelde des Teleskops, aber vollkommen frei von jeder solchen Erscheinung.“

AR. 13^h 18^m $48{,}6^s$, NP. D. 18° 45′ 22,8″.

Aufgefunden am 6. März 1791. „Beträchtlich hell, rund, die Licht-

intensität beinahe gleichförmig; gleicht einem schlecht begrenzten, planetarischen Nebel. Durchmesser $^1/_2{}'$."

AR. $20^h\ 31^m\ 57{,}3^s$, NP. D. $30^0\ 20'\ 17{,}9''$.

Am 9. September 1798 zuerst beobachtet. „Beträchtlich hell, sehr gross, unregelmässige Figur, eine Art von hellem Kern in der Mitte. Der Nebel 6′ bis 7′ gross. Der Kern scheint aus Sternen zu bestehen; das Nebelige ist von milchiger Art. Ein schöner Gegenstand."

Sir John Herschel hat in seinem grossen Nebelcataloge eine strenge Auswahl unter den als planetarisch zu bezeichnenden Nebeln getroffen. Er führt folgende Objecte in dieser Classe auf. (Phil. Trans. Bd. 154, Part 1, p. 46 bis 137).

Nummer	Sir J. Herschel's Cataloge	Sir W. Herschel's Classe und Nr.	Andere Autoritäten	Rectascensi 1860 Januar
1045	2764			5h 6m 3,
1225	365	IV. 34		5 34 26,
1565	464 = 3093	IV. 39		7 35 25,
1567	3095	IV. 64		7 35 41,
1574	3100			7 41 47,
1783	3149			9 7 10,
1801	3154		Dunlop 564	9 10 21,
1843	3163			9 17 28,
2017	3228			10 1 8,
2063	3241			10 10 51,
2076	3242			10 13 17,6
2102	2102	IV. 27	Lal. 20204	10 18 2,9
2158	731	IV. 60		10 29 59,7
2343	838		Messier 97	11 6 34,8
2581	3365			11 43 23,9
3536		IV. 70		13 18 48,6
3661	3541			13 42 11,8
3976			d'Arrest 97	14 33 53
4066	3594			15 7 19,4
4125	3610			15 34 53,7
4234	1970		Lal. 30510	16 38 36,0
4284	3675			17 9 41,0
4373		IV. 37		17 58 20,0
4386	3734			18 2 47,5
4390	2000			18 5 17,8
4407	3744	II. 204		18 17 13,4
4487	2037	III. 743		19 11 37,3
4510	2047	IV. 51		19 36 3,0
4572	2075	IV. 16		20 16 7,9
4628	2098	IV. 1	Lal. 40765	20 56 31,2
4964	2241	IV. 18		23 19 9,0

ährliche :äcession	Nordpoldistanz 1860 Januar 0	Jährliche Präcession	Bemerkungen
— 0,381ˢ	159° 23′ 56,5″	— 4,68″	?
+ 3,283	80 59 3,8	— 2,14	Vielleicht auflöslich.
+ 2,757	104 24 39,4	+ 8,18	Auflöslich. 3,75′ Durchm.
+ 2,677	107 53 22,3	+ 8,21	Sehr hell.
+ 2,457	117 0 6,7	+ 8,69	
+ 2,253	131 51 37,1	+ 14,67	
+ 2,417	126 1 53,8	+ 14,86	
+ 1,694	147 42 57,5	+ 15,25	Sehr bemerkensw. Object.
+ 2,523	129 45 5,5	+ 17,45	4,0′ Durchmesser.
— 0,506	170 10 11,6	+ 17,82	13,0′ Durchmesser.
+ 1,946	151 58 35,5	+ 17,95	
+ 2,886	107 55 50,2	+ 18,14	32″ Durchmesser; bläulich.
+ 3,770	35 45 49,1	+ 18,55	? Kern 15″ Durchmesser.
+ 3,514	34 13 38,2	+ 19,54	19,0′ Durchmesser.
+ 2,934	146 24 8,3	+ 20,01	1,5′ Durchmesser; bläulich.
+ 1,743	18 45 22,8	+ 18,86	?
+ 3,782	140 30 34,2	+ 18,04	Doppelnebel.
+ 3,03	87 12 42	+ 15,64	?
+ 4,059	135 7 30,2	+ 13,64	
+ 5,014	150 46 24,5	+ 11,75	Vielleicht auflöslich.
+ 2,513	65 56 10,0	+ 6,90	
+ 4,722	141 35 30,9	+ 4,23	Ausgezeichnetes Object.
— 0,023	23 22 9,5	+ 0,15	
+ 3,970	123 53 29,2	— 0,36	
+ 2,912	83 10 53,5	— 0,55	
+ 3,645	113 16 30,4	— 1,62	Vielleicht ein Sternhaufen.
+ 2,931	83 42 46,5	— 6,25	
+ 3,386	104 28 52,5	— 8,25	
+ 2,676	70 20 19,3	— 11,29	Sehr schönes Object.
+ 3,273	101 55 4,8	— 14,04	Sehr schönes ellipt. Object.
+ 2,864	48 13 57,5	— 19,75	Ausgezeichnetes Object; bläulich.

Neben den planetarischen Nebelflecken gebührt in der kosmischen Himmelsbeschreibung besonders den Doppel- und mehrfachen Nebeln eine hervorragende Bedeutung. Wenn der Wahrscheinlichkeitscalcül für die zahlreich am Himmel aufgefundenen Doppelsterne eine physische Verbindung in den überwiegend meisten Fällen unzweifelhaft macht: so zeigt die nämliche Analyse auch für die, wenngleich absolut allerdings weniger zahlreichen, mehrfachen Nebel einen gleichen physischen Connex. Während die Anzahl der bis jetzt aufgefundenen Nebel in dem Generalcataloge des jüngern Herschel die Summe von 5000 Objecten nur wenig übersteigt, finden sich unter diesen:

229 Doppelnebel,
49 dreifache Nebel,
30 vierfache Nebel,
5 fünffache Nebel,
2 sechsfache Nebel,
3 siebenfache Nebel,
1 neunfacher Nebel.

„Alle die mannigfaltigen Combinationen der Doppelsterne in Bezug auf Position, Distanz und relative Helligkeit,“ bemerkt Sir John Herschel, „finden ihr Analogon in den Doppelnebeln; ja die Mannigfaltigkeit der Form und des Grades der Verdichtung, lassen hier noch eine grössere Reichhaltigkeit der wechselseitigen Beziehungen erkennen; und ohne eingehendere Untersuchung kommt man leicht zu der Ueberzeugung, dass die überwiegende Mehrzahl dieser Verbindungen auf einem physischen Connex beruht.“

Den mehrfachen Nebeln hat der ältere Herschel, ausgehend von seinen Ansichten über die Bildung von Sternen aus chaotischer Nebelmasse, ein besonderes Interesse zugewandt. In seiner grossen Abhandlung von 1811 verbreitet er sich hierüber in mehreren Capiteln. Ueber doppelte Nebel in Verbindung mit Nebelmassen sagt er: „Als Zugabe zu den Beispielen über Nebel, die mehr als einen Mittelpunkt der Anziehung haben, gebe ich folgende Liste von Gegenständen, die man füglich Doppelnebel nennen könnte. II. 316 (64 *b'* Geminorum 4^m $16'$ vorangehend, 1^0 $17'$ in Decl. nördlicher) mit dem im Cataloge 317 vereinigt ist, besteht aus zwei kleinen, feinen Nebeln von gleicher Grösse, 1^m von einander entfernt. Jeder hat den Schein eines Kerns und ihre Nebelhüllen gehen in einander über. Ihre Stellung ist südlich vorangehend und nördlich folgend. Jeder der (15) Gegenstände, auf die ich mich hier berufe, enthält zwei Kerne oder Attractionsmittelpunkte. Wenn die Wirkung des attractiven Princips fortdauert, so muss am Ende eine Trennung ihrer jetzt vereinten Nebelhüllen die Folge sein. — Man könnte einwenden, die Erscheinung der Duplicität sei nur optisch. In der That, wenn von einem Doppelsterne statt von einem Doppelnebel die Rede wäre, so liesse sich der Einwurf hören. Aber hier ist, aus zwei Gründen, der Fall ein

anderer. Erstlich können wir uns hier nicht auf Nebel ohne Zahl und in allen beliebigen Distanzen berufen der Art, dass einer hinter dem andern stände, wie wir Sterne hinter Sternen annehmen, um die Erscheinung eines Doppelsternes hervorzubringen. Dann können wir aber auch nicht, wenn wir uns erinnern, was über die Stufen in der Sichtbarkeit der Nebelmaterie, besonders wenn sie so fein ist, wie in dem beschriebenen Doppelnebel, gesagt worden, annehmen, dass die zwei Gegenstände, aus denen er besteht, weit von einander entfernt seien. Dazu kommt noch die bedeutende Aehnlichkeit in Grösse, Zartheit, Kern und nebeligem Aussehen, woraus sich, wie ich glaube, augenscheinlich ergibt, dass ihren Nebelmassen ursprünglich ein gemeinschaftliches Ganzes zum Grunde lag."

Die Nebel, auf welche sich Herschel hier bezieht, sind nach der Ortsbezeichnung und Beschreibung seines Cataloges, diejenigen der folgenden Tafel. Die Bedeutung der Columnen ist folgende: *a* gibt die Nummer des Cataloges und der Classe; *b* das Datum der ersten Beobachtung; *c* den Namen des Sternes, an den die Ortsbestimmung angeschlossen wurde; *d* die Rectascensionsdifferenz des Nebels mit dem Vergleichstern, — wenn vorangehend, + wenn folgend, in Zeitminuten und Zeitsecunden; *e* die Declinationsdifferenz, + nördlich, — südlich, in Graden und Bogenminuten; *f* gibt eine kurze Beschreibung der äussern Gestalt.

a	b	c	d	e	f
I. 56	1784 Nov. 16	λ Leonis	+ 0ᵐ 46′	—1° 29′	Distanz 1′. sehr hell und ... wie ein sehr gedehnter N...
I. 176	1787 März 20	13 Canum	— 7 33	+1 26	Beide verbunden bilden die F... des Buchstabens s.
178	1787 April 9	8 Canum	+ 7 36	—0 12	Der nördliche heller in der Mi... Die Nebel vermischen sich.
198	1787 Nov. 12	φ Andromedae	— 1 26	+0 54	Distanz 2′. Beide sehr hell ... eine ist Nr. 76 des Messier-schen Catalogs.
II. 57	1784 März 15	ξ Leonis	— 7 15	+0 18	Der vorangehende zieml. k... etwas heller in der Mitte ... stanz 1′.
271	1784 Dec. 18	ν Piscium	+14 54	+0 11	Sehr nahe, fast im Paralle... folgende kleiner u. nördl...
309	1785 März 5	ι Virginis	—12 31	—0 1	Der nördliche ziemlich hell ... der Mitte viel heller.
316	1785 März 12	64b′ Geminor.	— 4 16	+1 17	
832	1790 März 18	66 Ursae	— 6 53	—2 52	Zieml. hell, zieml. gross, ...
III. 45	1784 März 15	71 Virginis	+ 0 37	+0 12	Anfangs für einen Nebel g... ten, Vergrösserung 280 tren... sie.
644	1787 März 19	υ Bootis	+25 41	—0 44	Sehr schwach, sehr klein. ... fache Vergrösserung.
IV. 8	1784 März 15	34 Virginis	—10 12	—0 51	Die Mähnen beider mischen sich ... nicht sehr zart.
28	1785 Febr. 7	31 Crateris	+ 1 0	—0 47	Ziemlich hell, gross, öffnet si... mit Arm oder zwei sehr ... verbundenen Nebeln.
Messier 27	1764 Juli 12	AR. 297° 22′, Decl. + 22° 41′			Nebel ohne Stern.
Messier 51	1774 Jan. 11	AR. 200° 6′, Decl. + 48° 24′			Nebel ohne Stern. Die Atm... sphären berühren sich, die ei... ist schwächer als die andere

Von Doppelnebeln, die nicht mehr als 2′ von einander entfernt sind, führt der ältere Herschel 23 vollkommen getrennte auf. Er lässt sie, wie eben angeführt, aus einer ursprünglichen Nebelmasse sich trennen, und bemerkt charakteristisch: „Die Zweifel wegen der Länge der Zeit, die zu einer solchen Trennung erforderlich ist, brauchen nicht berücksichtigt zu werden, da uns eine vergangene Ewigkeit zu Gebote steht.“

Ich führe nur die bemerkenswertheren aus W. Herschel's Verzeichnisse hier speciell auf.

a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*
116	1785 Dec. 7	37 Leon. min.	$+11^m$ 5	$+1^0$ 1′	Sehr hell, gross, gedehnt. Distanz 1′ vom Scheitel.
197	1788 Jan. 14	8 Canum	— 3 32	+0 19	Der südliche sehr hell u. gross, der nördliche klein, beide unregelmässig.
28	1784 Febr. 15	γ Leonis	+ 3 45	+0 18	Lichtschwach, rund, gross.
178	1784 April 15	β Serpentis	—12 6	—0 7	Sehr nahe, der südliche grösser, beide sternig.
714	1788 Jan. 14	γ Bootis	—39 5	+2 9	Distanz 2′, beide ziemlich hell, klein, rund in einerlei Meridian.
719	1788 März 9	3 Canum	— 2 47	—1 31	Distanz 1′, in einerlei Meridian; beide sehr klein und schwach.
755	1789 März 20	χ Virginis	—13 3	+0 20	Distanz 1½′, beide sehr schwach und klein, gedehnt.
855	1790 Oct. 9	72 Pegasi	+27 15	+0 3	Distanz 1′, beide ausserordentlich lichtschwach, sternig.
943	1797 Dec. 12	5 *a* Urs. min.	+46 2	—0 28	Distanz 1½′, beide sehr schwach und klein, in Sterne auflöslich.

Unter den 101 Doppelnebeln in grösserer Distanz von einander als 2′, findet Herschel nur 5 oder 6, die so sehr an Helligkeit verschieden sind, dass man annehmen könnte, sie ständen in beträchtlichen Abständen hintereinander, während im Allgemeinen allen eine gleiche Helligkeit und Zartheit zukommt. „Doch wenn wir auch annehmen,“ fährt Herschel fort, „dass zwei Nebel an Helligkeit so verschieden seien, als das eben beschriebene Paar der ersten Classe (welches 34 Virginis 11^m 24′ vorangeht und 20′ nördlich davon steht) verschieden ist von der Mattheit der zuletzt angegebenen (die σ Bootis in 3^m 48′ folgen und 45′ nördlich davon stehen), so würde dies doch kaum gleichkommen dem Unterschiede der Helligkeit zwischen den einzelnen Theilen des Orionnebels“.

Bezüglich der drei- und mehrfachen Nebel sagt Herschel: „Wenn man voraussehen konnte, dass Doppelnebel in einiger Entfernung von einander häufig sich zeigen, so wird man im Gegentheil zugeben, dass die Erwartung einer grossen Zahl von Attractionspunkten in einem Nebel von geringer Ausdehnung, nicht so wahrscheinlich ist. In Uebereinstimmung hiermit hat die Beobachtung gezeigt, dass drei- und mehrfache Nebel sich weniger häufig finden. Die beigefügte Liste enthält 20 dreifache, 5 vierfache und 1 sechsfachen Nebel. Unter den dreifachen Nebeln ist einer, dessen Nebelichkeit noch nicht getrennt ist, nämlich V. 10. „„Drei Nebel scheinen sich zart mit einander zu verbinden und bilden eine Art Dreieck, dessen Mitte weniger nebelich, vielleicht ganz frei von Nebel ist. In der Mitte ist ein Doppelstern der zweiten oder dritten

Classe; mehrere dünne Nebelmassen folgen."" Unter den vierfachen Nebeln findet sich III. 358. „„Vier Nebel, alle innerhalb 4 Minuten; der grösste ist dünn und klein, die drei übrigen noch kleiner und zarter."" „„Die Nebel, welche mit einander einen sechsfachen bilden, sind alle sehr dünn und klein,"" sie nehmen einen Raum von mehr als 10 oder 12 Minuten ein."

Dreifache Nebel.

a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*
I. 17	1784 März 11	46 *i* Leonis	+ 15ᵐ 50ˢ	— 1° 32′	Der zweite von dreien. Beide sehr hell, sehr gross, helle Mitte.
II. 50	1784 März 14	86 *i* Leonis	— 13 30	+ 0 22	Der mittlere von dreien. Sehr gross, rund, helle Mitte.
123	1784 April 12	34 Virginis	+ 16 24	+ 0 29	Der zweite von dreien. Beide dunkel, klein, heller in der Mitte.
141	1784 April 13	11 *s* Virginis	+ 13 18	+ 0 18	Der letzte ist der grösste.
171	1784 April 15	34 Virginis	— 19 6	+ 0 20	Alle klein.
215	1784 Sept. 12	40 Andromed.	+ 4 30	+ 0 41	In der Richtung des Meridians, alle sehr schwach, klein, rund.
392	1785 April 11	41 Comae	— 5 46	+ 0 14	Der südlichste in 8′ Distanz. Die Rectascension gilt für den zweiten.
447	1785 Oct. 1	20 Ceti	+ 1 3	— 2 0	Schwach und klein.
III. 85	1784 April 12	70 Virginis	+ 6 12	+ 0 1	Die beiden ersten sehr schwach, klein und rund, der letzte ziemlich gross.
94	1784 April 13	90 Virginis	+ 18 22	— 1 46	Alle äusserst dünn, sehr klein und rund.
117	1784 Mai 11	λ Virginis	— 59 30	+ 0 48	Der mittlere sehr schwach und klein, der südlichste noch kleiner und schwächer.
156	1784 Sept. 12	β Andromed.	+ 13 6	— 2 8	Ein rechtwinkeliges Dreieck bildend, der am rechten Winkel ziemlich gross.
300	1785 März 5	13 Canum	— 40 19	— 1 28	Der südlichste sehr schmal.
358	1785 April 11	14 *b* Comae	— 14 24	+ 1 55	Drei aus einem Viereck, alle sehr klein, innerhalb 3′.
382	1785 April 26	2 Comae	+ 1 58	— 0 49	Ort für den nördlichsten, alle sehr klein und dünn.
592	1786 Dec. 20	Nebel II. 447	— 0 6	— 0 2	Der vorangehende sehr klein und schwach, der folgende blieb zweifelhaft.
873	1790 Dec. 28	Mayer 18	— 5 32	+ 0 39	Ausserordentlich dünn, sehr gedehnt, im Felde mit II. 860 u. III. 872.

Dreifache Nebel.

a	b	c	d	e	f
900	1793 Febr. 4	ϑ Geminorum	+ 36 21	+ 0° 19′	Zwei, unmittelbar voran III. 707. Beide äusserst dünn.
943	1797 Dec. 12	5 *a* Urs. min.	+ 46 2	— 0 28	Zwei, sehr dünn, sehr klein, in Sterne auflösbar, Distanz 1½′.
V. 10	1784 Juli 12	15 *i* Sargittarii	+ 2 42	+ 0 49	Drei Nebel, zart verbunden, ein Dreieck bildend, in der Mitte ein Doppelstern.

Vierfache Nebel.

a	b	c	d	e	f
II. 482	1785 Nov. 18	ζ Ceti	+17 54	+ 0 15	Die beiden vorangehenden 1′ Distanz, die beiden folgenden 2′ Distanz, sehr klein u. schwach.
568	1786 April 17	*s* Virginis	+10 14	+ 0 34	Der Ort für den letzten Nebel. Sie sind umher zerstreut.
III. 356	1785 April 11	14 *b* Comae	—17 40	+ 1 55	Drei sicher, der vierte vermuthet. Zwei sehr gedehnt.
358	1785 April 11	14 *b* Comae	—14 24	+ 1 55	Drei aus einem Viereck, alle sehr dünn und klein, alle innerhalb 3′.
562	1786 Sept. 21	58 Andromed.	—15 22	— 1 48	Sternig. Ungleich. Drei in einer Linie, der vierte macht mit ihm ein Rechteck.

Sechsfacher Nebel.

a	b	c	d	e	f
III. 391	1785 April 27	5 Comae	— 7 54	— 0 9	Die drei folgenden 10′ bis 12′ südlich von den drei ersten. Diese sehr dünn und sehr klein. Nach mehr Nebel verdächtig.

D'Arrest hat in seiner grossen Arbeit über die Nebelflecke (Siderum Nebulosorum Observationes Havniae 1867), welche durch 4800 einzelne Positionen die Oerter von 1942 Nebeln bestimmt, auch den mehrfachen Nebeln ein besonderes Augenmerk zugewandt. Schon im Jahre 1862 bemerkte d'Arrest (A. N. Nr. 1366), dass die Zahl der physisch verbundenen Doppelnebel sich unerwartet gross herausstelle im Vergleich mit dem Vorkommen von Doppelsternen unter den Fixsternen. Die Anzahl der Doppelnebel betrage gegenwärtig über 200; bei W. Herschel finde sich kein Gedanke an die Bewegung von Doppelnebeln umeinander, gegenwärtig aber sei es kaum noch zweifelhaft, dass man in ferner

Zukunft die Bahnen von Doppelnebeln zu berechnen versuchen werde. Unter den bisher gemessenen Doppelnebeln ist es gegenwärtig, dass man das Augenmerk bisher nicht speciell genug auf den Gegenstand gerichtet hatte, noch nicht möglich, Umlaufszeiten nachzuweisen. Andeutungen über Ortsveränderungen von Doppelnebeln in ihren gegenseitigen Stellungen, sind vorhanden. Ein Beispiel bietet der Doppelnebel II. 316 (AR. 7^h $16,7^m$, NP. D. 60° 15′ f. 1860) des Herschel'schen Catalogs. Man hat für denselben folgende Messungen der Distanz und des Positionswinkels:

1785 Distanz = 60″
1827 „ = 45″, Positionswinkel: 45°
1862 „ = 28″ „ 56° 32′.

Diese Veränderungen, sowohl in der Distanz als im Positionswinkel, machen es wahrscheinlich, dass hier eine Umlaufsbewegung der Nebel um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt stattfindet. Wäre die Zunahme des Positionswinkels von 1827 bis 1862 um 11° 32′ ein mittlerer Werth, so würde sich die Umlaufszeit auf etwa 1100 Jahr stellen; möglicherweise ist sie noch geringer. Immerhin aber ergibt sich das bemerkenswerthe Resultat, dass die Dauer dieser Umlaufsbewegung von derselben Ordnung wie diejenige gewisser Doppelsterne sich herausstellen dürfte. Wenn man nun beachtet, dass diese Doppelsterne sich innerhalb unseres Fixsternsystemes befinden, dass sie integrirende Bestandtheile desselben sind, und wenn man ferner berücksichtigt, dass die scheinbaren Durchmesser mancher Doppelnebel ihren scheinbaren Winkelabständen nahe gleichkommen, so führen solche Betrachtungen an der Hand einer mathematischen Anschauungsweise zu sehr auffallenden Schlüssen über die Stellung von Doppelnebeln zu unserm Fixsternsysteme, die sehr im Widerspruche stehen mit den Annahmen, welche seit Herschel's Ausführungen vielfach als die richtigsten betrachtet werden.

In der That beständen jene Nebel, einsamen Welteninseln vergleichbar, aus Systemen weit ausserhalb unserer Fixsternschicht, so müssten ihnen wahre Dimensionen beigelegt werden, welche jenen unseres Fixsternsystems nahe kommen, vielleicht dieselben sogar übertreffen. Nichtsdestoweniger würden aber solche ungeheuere Systeme ihren gemeinsamen Schwerpunkt umkreisen innerhalb gewisser Zeitperioden, die der Dauer menschlicher Einrichtungen an Länge vergleichbar sind! Vollends wird diese Ansicht unhaltbar, wenn man, Herschel's frühester Hypothese folgend, alle Nebelflecke für sehr entfernte Sternhaufen hält. Zwei kugelförmige Fixsternhaufen, deren jeder aus vielen tausend Fixsternen besteht, können im Allgemeinen keinen dauernden Bestand haben, wenn sie um einen gemeinsamen Schwerpunkt kreisen, dessen Distanz von den äussersten Sternen beider Weltsysteme nur wenig von dem Durchmesser dieser letzteren verschieden ist, besonders wenn die Umlaufszeiten innerhalb des Systems unvergleichlich langsamer vor sich gehen, wie diejenigen der Gesammtcomplexe überhaupt. Es spricht sonach schon die Analogie

und eine, aus dem erkannten Baue des Universums hergeleitete, sehr hohe Wahrscheinlichkeit gegen die Annahme, dass die Doppel- und mehrfachen Nebel, besonders wo sie zu regelmässiger, planetarischer Form hinneigen, bloss Fixsterncomplexe in ungemessener Distanz ausserhalb unserer Sternschicht seien. Vielmehr sind die meisten dieser Gebilde thatsächliche Nebel, und die meisten Doppelnebel, gewiss aber alle diejenigen, welche in verhältnissmässig kurzen Zeitperioden Andeutungen von Umlaufsbewegungen um einander zeigen werden, stehen innerhalb der Grenzen unseres Fixsternsystems und sind Theile desselben. Die Spectralanalyse hat, wie in einem spätern Capitel eingehend gezeigt wird, den Nachweis geliefert, dass eine grosse Anzahl von Nebeln glühende Gasmassen sind. Nichtsdestoweniger ist es nicht unmöglich und mit den Gesetzen der Optik keineswegs unvereinbar, dass gewisse Nebel nur die erleuchteten Hüllen um Fixsterne bilden. (Vergl. Arago's Werke, deutsche Ausg. 11. Bd. S. 460.)

Vielleicht gewinnt die so jetzt ausgesprochene Vermuthung eine neue Stütze in der erst seit wenigen Jahren discutirten Variabilität einiger Nebelflecke. Das erste sichere Beispiel dieser Art bietet der am 11. October 1852 von Hind bei Anfertigung seiner Ekliptikalkarten aufgefundene Nebel im Stier (AR. 4^h $13{,}8^m$, NP. D. 70^0 $49'$ f. 1860). Derselbe erschien im elffüssigen Fernrohre klein und schwach, doch wurde er 1854 von Chacornac in Marseille wiedergesehen. Im November und December 1855 sowie im Januar 1856 bestimmte d'Arrest vier Mal die Position dieses Nebels am Ringmikrometer des sechsfüssigen Refractors der Leipziger Sternwarte und bezeichnete ihn als ziemlich hell. Im Jahre 1856 sah Hugh Breen den Nebel; aber in den Monaten Januar bis März 1858 gelang es Auwers nur mit grosser Schwierigkeit, denselben im Königsberger Heliometer zu beobachten. Im Februar 1861 suchte Schönfeld mit dem ausgezeichnet lichtstarken, achtfüssigen Refractor der Mannheimer Sternwarte vergebens nach dem Nebel und auch d'Arrest konnte im October jenes Jahres, mit dem sechszehnfüssigen Refractor der Kopenhagener Sternwarte, keine Spur desselben wahrnehmen. Im Januar 1862 suchte Chacornac ebenso vergeblich mit dem grossen Foucault'schen Spiegelteleskope nach diesem Nebel, als Hind und Secchi mit ihren kraftvollen Fernrohren. Selbst das siebenunddreissigfüssige Riesenteleskop Lassell's auf Malta, das dort allen Herschel'schen Teleskopen sich überlegen erweist, zeigte den Nebel nicht (Leverrier's Bulletin 1862, April 17); nur allein der grosse Refractor zu Pulkowa liess das ungemein lichtschwache Object noch erkennen, vielleicht der glänzendste Triumph für dieses herrliche Instrument. Dem in Rede stehenden Nebel 2' folgend und 0,7' nördlich von demselben, befindet sich ein Fixstern, dessen Lichtabnahme gleichzeitig mit derjenigen des Nebels stattfand. Ueber diesen Stern liegen folgende Helligkeitsschätzungen vor:

1852 9,4. Grösse. Argelander im 3. Bande der Bonner Beobachtungen.
1855 November und December } 10. bis 11. Grösse. Leipzig.
1856 Januar
1858 Februar und März 10. Grösse. Königsberg.
1861 October 4. 11. Grösse. Kopenhagen.
1861 November 3. 11. bis 12. Grösse. Königsberg.
1862 Januar 26. 12. Grösse. Paris, London.
1862 Februar 16. 13. bis 14. Grösse. Kopenhagen.
(A. Nachr. Nr. 1366.)

Die Thatsache der Lichtveränderung des Sternes scheint auch Argelander unbestreitbar. „Wenn nicht ganz eigenthümliche Versehen vorgefallen sind,“ bemerkt dieser beste Kenner der Helligkeitsverhältnisse des Fixsternhimmels, „welche anzunehmen die Menge der Thatsachen kaum gestattet, so sind im Laufe von wenigen Jahren Stern und Nebel sehr viel schwächer geworden. Bei dem Sterne könnte man Veränderlichkeit annehmen, wie sie sich bei so vielen anderen findet. Aber ein Nebel, der in so kurzer Zeit solche bedeutende Aenderungen erleidet, würde alle unsere bisherigen Ansichten von der Natur dieser Himmelskörper über den Haufen werfen, und es wäre höchst merkwürdig, wenn eine solche bisher noch nie wahrgenommene Erscheinung sich dicht neben einem veränderlichen Sterne zeigen sollte. Eher könnte man geneigt sein, an eine gemeinschaftliche Verdeckung beider Gegenstände durch irgend eine im Weltenraum befindliche Masse zu denken, wie Sir John Herschel eine solche als mögliche Ursache des Farbenwechsels vom Sirius vorgeschlagen hat.“

Im Jahre 1862 hat d'Arrest in demselben Sternbilde des Stieres noch einen veränderlichen Nebelfleck entdeckt, dessen Position für 1860,0 ist:

$$\text{AR. } 3^h\ 20{,}7^m,\ \text{NP. D. } 59^0\ 6'.$$

Ein dritter veränderlicher Nebel ist von Chacornac aufgefunden worden. Bei der Construction von Blatt 17 seines ekliptischen Sternatlasses, beobachtete dieser zwischen 1852 Januar 26. und 31. einen Stern 11. Grösse, dessen Position war:

$$\text{AR. } 5^h\ 28^m\ 35{,}5^s,\ \text{Decl.} + 21^0\ 7'\ 18'',$$

in dessen Nähe aber keine Spur von Nebel zu sehen war. Bei der Revision dieser Gegend des Himmels, am 19. October des folgenden Jahres, bemerkte Chacornac hingegen einen kleinen Nebelfleck, der sich auf dem Sterne projicirte, und dieser zeigte sich ebenso am 10. November. Als am 27. Januar 1856 die nämliche Region abermals revidirt wurde, zeigte sich der Nebel ungemein glänzend; aber am 20. November 1862 vermochte Chacornac nicht die geringste Spur des Nebels mehr wahrzunehmen, während der Stern unverändert als 11. Grösse glänzte. (Le-

verrier's Bulletin 1863, April.) Seitdem ist dieser Nebel, dessen Gestalt fast die eines Rechtecks von 2′ und 3′ Seite war, nicht mehr wiedergesehen worden. (A. Nachr. Nr. 1440.)

Es ist eine bemerkenswerthe Thatsache, dass die bis jetzt als sicher oder wahrscheinlich veränderlich bezeichneten Nebel, sich sämmtlich im Sternbilde des Stiers, nur wenige Grade von einander entfernt und in einer sonst nahezu nebellosen Gegend des Himmels befinden, ferner, dass sie fast gleichzeitig verschwunden oder dem Verschwinden nahe gekommen sind. Doch hält es d'Arrest noch für zu früh, aus diesen Umständen Folgerungen ziehen zu wollen (A. Nachr. Nr. 1379). Derselbe berühmte Astronom bezweifelt, dass das schnell hintereinander folgende Auffinden mehrerer veränderlicher Nebel, die bisherige Meinung von der Unveränderlichkeit dieser Gebilde erschüttern könne, indem nach seiner Ansicht die Zahl der verdächtigen Nebel nun nahezu erschöpft sein werde. Man darf dieser Meinung um so eher beipflichten, als selbst bezüglich der in Rede stehenden Nebelflecke, die Ansichten noch getheilt sind. Die hauptsächlichste Stütze seiner Behauptung der Veränderlichkeit des Nebels in AR. 3^h $20{,}7^m$ und NP. D. 59⁰ 6′ sieht d'Arrest in dem Umstande, dass dieser Nebelfleck in dem zweifüssigen Fraunhofer'schen Kometensucher, der zu den Zonenbeobachtungen der Bonner Durchmusterung diente, entdeckt worden, dagegen im grossen Refractor der Kopenhagener Sternwarte nur schwierig sichtbar sei. Professor Schönfeld, der den Nebel zuerst in Bonn sah, hat dagegen (A. Nachr. Nr. 1391) die einzelnen Umstände der Beobachtung genau discutirt und kommt zu dem Schlusse, dass die Beobachtungen in drei gleich grossen Fernrohren zu Bonn, Königsberg und Mannheim zwischen 1857 November 15. und 1862 September 20. sehr gut mit einander übereinstimmen. Auch Auwers spricht sich gegen die Veränderlichkeit dieses Nebels aus. Bisher hat man viel zu wenig die eigenthümliche Thatsache beachtet, dass grosse, verwaschene, lichtschwache Objecte, mit kleinen Instrumenten und bei geringen Vergrösserungen leichter sichtbar sind als mit grossen Fernrohren. In dieser Beziehung bemerkt Winnecke (A. Nachr. Nr. 1397), dass er den Tempel'schen Nebel in den Plejaden, mittels eines vierzölligen Fernrohres im März 1862 leicht wahrzunehmen vermochte, dagegen in dem 21-füssigen Refractor der Nicolaisternwarte zu Pulkowa, wenige Tage nachher, diesen Nebel erst als vorhanden erkannte, als das Fernrohr bei 150-facher Vergrösserung rasch hin- und herbewegt wurde. „Ueberhaupt," sagt dieser gelehrte Astronom, „bedürfen die jetzt herrschenden Vorstellungen über die Sichtbarkeit von Nebeln in Instrumenten von geringeren Dimensionen, zufolge meiner Erfahrungen, noch der Berichtigung. Ein Kometensucher von 34 Linien Oeffnung und 15-facher Vergrösserung scheint zu genügen, auch die schwächeren Nebel zu erkennen, vorausgesetzt, dass die Flächenausdehnung derselben nur eine genügende ist."

Das von Sir John Herschel vermuthete Verschwinden eines Nebels im Haupthaare der Berenice hat, nach den Beobachtungen von d'Arrest, nicht stattgefunden, vielmehr befinden sich die von W. Herschel angegebenen Nebelflecke II. 114, 115, 116 noch an ihrem frühern Platze. Auch die von Schmidt (A. Nachr. Nr. 1360) vermuthete Veränderlichkeit des Nebels IV. 4 in W. Herschel's Cataloge (AR. 11^h $16{,}7^m$, NP. D. 90° 20′ f. 1860) hält d'Arrest noch nicht für genügend begründet (A. Nachr. Nr. 1366), obgleich auch Goldschmidt dieses Object im März 1860 mit seinem vierzölligen Fernrohre nicht zu sehen vermochte, während dasselbe bei den Bonner Zonenbeobachtungen mit dem Kometensucher von 34 Linien Oeffnung und am Meridiankreise beobachtet worden war. Die hin und wieder als vermisst bezeichneten Nebelflecke können, analog gewissen als verschwunden aufgeführten Fixsternen, durchaus nicht ohne Weiteres zu den Veränderlichen gerechnet werden, indem entweder durch Ablesungs- oder Schreibfehler die Positionen unrichtig angegeben (wie bei dem Nebel AR. 10^h $43{,}9^m$, NP. D. 57° 17′ f. 1860. W. Herschel I. 118), oder selbst Verwechselung mit Kometen stattgefunden haben kann. Doch macht d'Arrest darauf aufmerksam, dass in einigen wenigen Fällen Nebelflecke theilweise mit Meridianinstrumenten zufällig beobachtet worden sind, ohne dass man sie am Himmel wiederfinden oder unter plausibeln Fehlerannahmen mit vorhandenen identificiren könnte. Dahin gehört unter Anderen ein räthselhafter Nebel in Rümker's Cataloge, der sogar zwei Mal mit dem Hamburger Meridiankreise beobachtet worden ist (A. Nachr. Nr. 1440). Es ist unzweifelhaft, dass die Welt der Nebelflecke den zukünftigen Beobachtern noch eine reiche Mannigfaltigkeit von neuen und wichtigen Entdeckungen darbieten wird. Gegenwärtig stehen wir, wenn man von den spectralanalytischen Untersuchungen absieht, rücksichtlich der Nebelflecke ungefähr auf derselben Stufe, wie das Zeitalter Tycho's und Kepler's bezüglich der Fixsterne.

Der Bau der Milchstrasse und des Himmels.

Der mild leuchtende Bogen der Milchstrasse hat schon die Aufmerksamkeit der ältesten Culturvölker erregt. Oenopides aus Chios hielt die Milchstrasse für die leuchtende Spur der ehemaligen Sonnenbahn und viele Pythagoräer stimmten dieser Ansicht bei; nach Theophrast ist die Milchstrasse „die Fuge der beiden Hemisphären, wodurch das obere Licht schimmert"; mythologische Fabeln sehen in der grossen kosmischen Erscheinung sogar die verschüttete Milch der Here. Gegenüber diesen naiven Anschauungen sprachen Democritos und Manilius zuerst aus, dass der Lichtschimmer der alten Galaxias nur aus der Zusammendrängung unzähliger, dem Auge nicht mehr einzeln unterscheidbarer Sterne fliesse. Bei den Arabern wird die Milchstrasse als der grosse Himmelsfluss bezeichnet, und die Constellation des Schützen als das zur Tränke gehende Vieh betrachtet, während seltsamer Weise von den Rumänen die Milchstrasse mit einer grossen historischen Persönlichkeit in Verbindung gebracht und Drumu Trajan, Trajansstrasse, genannt, von der südfranzösischen Volksanschauung dagegen als Weg des h. Jacob von Compostella bezeichnet wird. Der scharfsinnige und speculative Keppler hielt es für ausgemacht, dass die Milchstrasse ein ungeheurer Sternenring sei und bemerkt noch, dass unsere Sonne in der Nähe des Centrums von diesem Ringe sich befinden müsse, weil letzterer ungefähr die Gestalt eines grössten Kreises, von unserer Erde aus gesehen, zeige. (Kepl. Epitom. Astr. Copern. 1618). Huygens war der Erste, dem es (1656) gelang, mittels seines dreiundzwanzigfüssigen Refractors einen Theil der Milchstrasse in einzelne Sterne zu zerlegen, er hielt, hierauf gestützt, die ganze Milchstrasse für auflösbar (Op. var. 1724, p. 540). Thomas Wright wies in seiner gegenwärtig äusserst selten gewordenen Schrift „Theorie of the Universe" (Lond. 1750), gestützt auf eigene Beobachtungen mittels eines kleinen Reflectors, zuerst auf die systematische Ausstreuung der Sterne, welche die Milchstrasse bilden, um eine Grundebene, hin. Einen Schritt weiter kam Kant in seiner geistreichen, leider durch zu viele

Phantasien verunstalteten „Allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels“ (1755). Der grosse Denker sagt: „Es existirt eine bemerkenswerthe Analogie zwischen dem Systeme der Milchstrasse und dem der planetarischen Welt. Dieses letztere besitzt eine Hauptebene, die durch den Zodiakus geht und gegen welche die Ebenen der Planetenbahnen nur sehr wenig geneigt sind. Eine ähnliche Hauptebene findet sich auch für die Fixsterne; diese sind keineswegs ohne Ordnung im Raume zerstreut, sondern vielmehr nach Analogie der Planeten unseres Systems. Man muss die Fixsterne mit Beziehung auf diese Hauptebene betrachten, indem sie sich einander in dem Maasse nähern, als sie dieser Ebene genähert stehen. Durch diese Anhäufung wird der Anblick der hellen Zone hervorgebracht, welchen man die Milchstrasse nennt. — Die nicht in die Milchstrasse fallenden Regionen sind um so sternenreicher, je näher sie dieser stehen. Der grösste Theil der 2000 Sterne, welche das unbewaffnete Auge unterscheidet, ist in eine wenig breite Zone zusammengedrängt, deren Mitte die Milchstrasse einnimmt.“ Diese letztere Bemerkung findet sich bei Kant zum ersten Male, sie ist übrigens nicht, wie Struve glaubte, richtig, sondern wie die graphischen Zusammenstellungen von 8377 Sternen 1. bis 7. Grösse durch R. Wolf ergeben haben, zeichnet sich die Milchstrasse keineswegs durch den Gehalt oder die Annäherung grösserer Sterne aus. Kant war ferner der Ansicht, dass unsere Milchstrasse nicht die einzige dieser Art sei. „An verschiedenen Punkten des Himmelsgewölbes,“ sagt er, „erblickt man elliptische Nebelflecke, welche das Teleskop nicht in Sterne aufzulösen vermag; das sind, unserer Milchstrasse ähnliche, Sternsysteme, deren geringe scheinbare Durchmesser bloss eine Folge ihrer ungemeinen Entfernung sind. Die längliche Gestalt der meisten dieser Nebel beweist, dass in jenen Systemen ebenfalls eine Hauptebene existirt, wie in unserer Milchstrasse.“ Kant war auch geneigt anzunehmen, dass diese einzelnen Milchstrassen zusammen ein System höherer Ordnung bildeten. „Wir erblicken hier die ersten Stufen einer Reihenfolge von Welten und Systemen.“

Der berühmte Mathematiker Lambert entwickelte (1761) in seinen kosmologischen Briefen ein Weltsystem, welches zum Theil mit demjenigen, das sich Kant vorgestellt, zusammenfällt. Nach ihm bildet jede Sonne mit ihren Planeten und Kometen ein System erster Ordnung, die Sternhaufen, zu deren einem auch unsere Sonne gehört, sind Systeme zweiter Ordnung. Diese Systeme finden sich im Raume hauptsächlich um eine Hauptebene herum gruppirt und bieten so den Anblick der Milchstrasse, eines Systems dritter Ordnung, von scheiben- oder linsenförmiger Gestalt. Im Universum existiren eine Menge von Milchstrassen; vielleicht ist der Orionnebel nichts anderes. Die Gesammtheit dieser Milchstrassen bildet ein System vierter Ordnung. Die Analogie führt noch weiter zu Systemen der fünften und höhern Ordnung. Das gemeinsame Band aller dieser Systeme ist die allgemeine Gravitation, welche allenthalben Centralbewegungen erzeugt. Unser Sternhaufe befindet sich sehr isolirt

von den übrigen Theilen der Milchstrasse; es offenbart sich dies dem blossen Auge schon in der scharfen Abzeichnung der Milchstrasse am Himmelsgewölbe. Eine ähnliche Isolirung gilt für alle anderen Sternhaufen der Milchstrasse. Das System unserer Milchstrasse ist aus dem Grunde nicht unbegrenzt oder nicht unendlich gross, weil sich die Milchstrasse nicht als grösster Kreis zeigt, sondern vielmehr als ein Parallelkreis, obgleich sehr wenig von einem grössten Kreise abweichend. „Die Milchstrasse unterscheidet sich von dem übrigen Theile des Himmels zu deutlich. Wenn ich also gleich alle anderen Fixsterne zusammennehme, so muss ich die Milchstrasse von denselben ganz absondern, und auch diesen Streifen in unzählige kleinere Theile zerfällen. Viele von diesen Theilen zeigen sich uns dadurch, dass sie von den übrigen getrennt erscheinen. Die übrigen bedecken einander, weil eines hinter dem andern liegt. Jedes von diesen Theilen sehe ich als ein besonderes System von Fixsternen an. Wir selbst befinden uns in einem solchen, und zu diesem rechne ich alle Sterne, die uns sichtbar sind, und ausser der Milchstrasse liegen, wie auch die grösseren, so diesen Bogen des Himmels bedecken. Die übrigen Systeme liegen in der Fläche der Milchstrasse um uns herum. Jedes setze ich unserm Sonnensystem darin ähnlich, dass alle Fixsterne oder Sonnen, die dazu gehören, sich um einen gemeinsamen Mittelpunkt herumbewegen, und ich wäre geneigt zu glauben, dass alle diese Systeme oder die ganze Milchstrasse einen gemeinsamen Mittelpunkt habe, um welche sie laufen." (Cosmol. Briefe S. 128.) Lambert hält es ferner für wahrscheinlich, dass unser Sternhaufe einen Centralkörper besitze, analog der Sonne im Planetensystem; er glaubt es nicht unmöglich, dass dieser sich einst durch kleine planetarische Störungen im Sonnensystem verrathen könne und vermuthet schliesslich, dass vielleicht der Orionnebel als Centralkörper unseres Sternhaufens anzusehen sei. Diese kosmischen Anschauungen des berühmten Gelehrten verrathen allenthalben den mathematischen Denker, der in scharfsinniger Weise seine Theorien auf den wenigen Andeutungen aufzubauen wusste, welche die Beobachtungen bis dahin geliefert hatten.

Das war der Stand der Kenntnisse oder vielmehr der Vorstellungen von dem Baue unserer Sternschicht und der Milchstrasse, als sich der grosse William Herschel mit dem Gegenstande zu beschäftigen begann. Trotzdem, dass von den verschiedensten Seiten immer wieder auf die Arbeiten Herschel's über den Bau des Himmels Bezug genommen wird, scheinen diese selbst doch nur Wenigen bekannt zu sein: denn man behandelt sie gewissermaassen analog einem Kaleidoskop, das die verschiedenartigsten, contrastirenden Bilder zeigt. Bald soll unser Fixsterncomplex eine linsenförmige Schicht sein und die Milchstrasse durch das optische Zusammentreten der Sterne gegen die Ränder der Linse hin hervorgebracht werden, bald soll unser Sternhaufen von einem Sternenringe umgeben werden und dieser die Milchstrasse bilden, bald sollen der Ringe mehrere existiren u. s. w. Für alle diese Behauptungen aber wird Her-

schel angerufen, und jede soll in seinen Beobachtungen ihre Grundlage besitzen. Eine Blumenlese solcher Widersprüche kann man sich mit geringer Mühe aus dem 1. und 3. Bande von Humboldt's Kosmos zusammenstellen. Der Grund aller dieser Incongruenzen aber liegt darin, dass Herschel seine Ansichten über den Bau des Himmels im Verlaufe seiner Beobachtungen mehrfach und sehr beträchtlich geändert hat; ja, man darf mit Recht behaupten, dass der grosse Forscher am Ende seines Lebens seine bisherigen Anschauungen über den Bau der Milchstrasse sämmtlich verwarf, denn in seiner wichtigen Abhandlung von 1818 bemerkt er: „Wenn unsere Aichungen die Milchstrasse nicht mehr in Sterne auflösen, so muss man daraus schliessen, dass nicht ihr Wesen zweifelhaft, sondern vielmehr dass sie für unsere Teleskope unergründlich ist.“ Aus dieser und einer andern Bemerkung Herschel's, auf die wir noch zurückkommen werden, muss man, wie F. W. Struve schon vor 23 Jahren hervorgehoben hat, mit Recht schliessen, dass Herschel selbst kurz vor seinem Tode seine früheren Anschauungen über den Bau der Milchstrasse definitiv aufgegeben hat.

Gehen wir nun dazu über, zu untersuchen, was die directe Beobachtung über die optischen und physikalischen Verhältnisse der Milchstrasse ergeben hat.

Alexander von Humboldt gibt im dritten Bande des Kosmos hauptsächlich nach den Arbeiten von Sir John Herschel eine Beschreibung des Zuges der Milchstrasse unter den Sternen. Sie ist die beste, welche bis dahin existirte; allein ihre grosse Mangelhaftigkeit zeigt sich recht deutlich bei einer Vergleichung mit den ausgezeichneten Darstellungen, welche Professor Heis, nach eigenen Beobachtungen von der alten Galaxias in seinem neuen Himmelsatlas entworfen hat. Aber auch diese selbst geben nur ein allgemeines Bild der wundervollen Mannigfaltigkeit, welche sich dem scharfen, unbewaffneten Auge in sehr klaren Nächten in der Configuration der Milchstrasse darbietet. Wenn des ältern Herschel berühmte Sternaichungen dargethan haben, dass man der Milchstrasse bisher eine viel zu geringe Winkelbreite beilegte, und zu allgemeinen Schlüssen über deren Natur hinzuführen schienen: so hat man doch dabei übersehen, dass diese allgemeinen Resultate nur auf verhältnissmässig sehr wenigen Detailuntersuchungen basirten und dass die aufmerksame und andauernde Untersuchung der Milchstrasse mit dem blossen Auge eine Anordnung derselben im Einzelnen verräth, welche sich nur sehr gezwungen mit den Anschauungen über einen irgend regelmässigen Bau derselben vereinigen lässt. Durch verschiedene Umstände veranlasst, habe ich mich selbst eine Zeit lang mit der Untersuchung der Milchstrasse mittels des blossen Auges in sehr klaren Nächten beschäftigt. Die Zeichnungen, welche ich auf diesem Wege von einzelnen Parthien der Milchstrasse erhalten habe, widerstreiten jeder Ansicht von einem symmetrischen Baue dieses ungeheuren Complexes mit Bezugnahme auf unsere Sternschicht. In diesen Zeichnungen finden sich An-

deutungen von verschiedenen weit hinter einander liegenden Straten und Sternwolken, dazwischen dunkle Stellen, gewundene Wege und Canäle, es wechselt die scheinbare Breite rasch und in beträchtlichem Maasse. Solche Zeichnungen geben einen viel richtigern Eindruck von den optischen Zuständen der Milchstrasse, als vereinzelte und von verschiedenen Voraussetzungen gleichzeitig abhängige Sternaichungen. Um diesen schwierigen Gegenstand richtig zu erfassen, ist es nothwendig, speciell auf die Untersuchungen des ältern Herschel einzugehen, wobei sich zugleich, bei chronologischer Aufzählung des hierhin gehörigen Theiles seiner astronomischen Thätigkeit, die allmälige Umwandlung seiner ursprünglichen Anschauungen erkennen lässt. Ich werde daher hier die auf die Milchstrasse und ihren Bau bezüglichen Resultate Herschel's, geordnet nach der Zeit ihrer Veröffentlichung, zusammenstellen. (Vergl. W. Herschel, Ueber d. Bau des Himmels. Deutsch von Pfaff.)

1784. „Es ist sehr wahrscheinlich, dass die grosse Sternschicht, Milchstrasse genannt, diejenige sei, in welcher sich die Sonne befindet, obwohl letztere vielleicht nicht in dem eigentlichen Mittelpunkte ihrer körperlichen Ausdehnung steht. Es lässt sich dies aus der Gestalt der Milchstrasse schliessen, die den Himmel in Form eines grössten Kreises umzieht, wie es der Fall sein muss, wenn sich die Sonne innerhalb derselben befindet. Denn angenommen, eine Anzahl von Sternen sei zwischen zwei in einem gegebenen beträchtlichen Abstande von einander parallel laufenden und nach allen Seiten hin unbestimmt weit ausgedehnten Ebenen geordnet — eine Anordnung, die man Sternschicht nennen möge —, so wird ein Auge, dass sich an irgend einer Stelle innerhalb derselben befindet, sämmtliche längs der Ebenen der Schicht geordnete Sterne in einem grossen Kreise perspectivisch geordnet sehen, und zwar wird derselbe je nach der Anhäufung der Sterne mehr oder weniger hell erscheinen. Nehmen wir nun an, dass ein Zweig oder eine kleinere Schicht von der ersten nach einer gewissen Richtung hin auslaufe und von zwei unbestimmt ausgedehnten Parallelebenen eingeschlossen sei, nehmen wir ferner an, dass das Auge in der grossen Schicht an einer Stelle vor der Absonderung, nahe da, wo die Schichten noch vereinigt sind, sich befindet, so wird die zweite Schicht keineswegs als heller Kreis sich darstellen, sondern vielmehr als ein Zweig, der in weniger als 180° Winkelabstand zum Hauptstamme wieder zurückkehren wird. Nach diesen Betrachtungen lässt sich schliessen, dass die Sonne sich sehr wahrscheinlich in einer von den grossen Schichten der Fixsterne befindet und aller Vermuthung nach nicht weit von der Stelle, wo irgend eine kleinere Schicht als Zweig davon ausläuft. Mittels dieser Annahme lassen sich sehr befriedigend sämmtliche Erscheinungen der Milchstrasse erklären, die dann nichts anderes als eine perspectivische Erscheinung der in dieser Schicht und in ihrem Nebenzweige enthaltenen Sterne ist. Was uns ferner bewegen muss, die Milchstrasse aus diesen Gesichtspunkten anzusehen, ist der Umstand, dass wir nicht länger zweifeln können, ihr weissliches Aus-

sehen sei das Resultat des vereinigten Glanzes zahlloser Sterne. Wollten wir uns die Milchstrasse als einen unregelmässigen Ring von Sternen denken, so müssten wir die Sonne nahe bei seinem Mittelpunkte annehmen, ein Vorzug, wozu sich gar kein Grund einsehen lässt. Nach unserer Annahme hingegen wird jeder Stern dieser Schicht, ausser wenn er nahe am Ende ihrer Länge und Höhe steht, seine eigene Milchstrasse haben, natürlich mit denjenigen Veränderungen in Glanz und Lage, die eben seine Stellung mit sich bringt. Es lassen sich mancherlei Methoden einschlagen, um über den Ort der Sonne in der Sternschicht zu völliger Gewissheit zu gelangen. Ich will nur eine davon erwähnen, welche die allgemeinste und passendste ist, und von der ich bereits angefangen habe Gebrauch zu machen. Ich nenne sie das Aichen des Himmels (Gaging the Heavens, star-gage). Sie besteht darin, dass ich wiederholt die Anzahl von Sternen in zehn Gesichtsfeldern meines Teleskopes nehme, eines dicht am andern. Indem ich ihre Summe addire und eine Decimalstelle rechter Hand abschneide, erhalte ich einen Durchschnitt der Sternfülle des Himmels in allen den Theilen, die auf solche Weise geaicht werden. Legt man jetzt um einen angenommenen Punkt Linien proportional den verschieden gefundenen Aichungen und unter den Winkeln, welche die Aichungen angeben, dann wird eine durch die Endpunkte dieser Linien gelegte Fläche die Begrenzung der Schicht vorstellen und folglich den Standort der Sonne innerhalb derselben offenbaren."

1785. „Ich werde zeigen, dass das erstaunliche Sternsystem, welches wir bewohnen, aller Wahrscheinlichkeit nach ein abgesonderter Nebelfleck ist. Ich fand dieses Sternsystem, so weit ich noch herum gekommen bin, allenthalben deutlich begrenzt, an den meisten Stellen sogar sehr enge begrenzt. In dem dichtesten Theile der Milchstrasse habe ich Felder gehabt, die nicht weniger als 588 Sterne enthielten; es ergibt sich hieraus die Länge des Visionsradius nicht kleiner als 497 Abstände des Sirius von der Sonne. Andererseits hat mein Teleskop auch die Kraft, den vereinigten Glanz angehäufter Sterne, die einen milchartigen Nebel bilden, in einem ungleich grösseren Abstande zu zeigen, so dass nach diesen Betrachtungen wiederum höchst wahrscheinlich wird, dass mein gegenwärtiges Teleskop, da es keinen solchen Nebel in der Milchstrasse zeigt, bereits über den Umfang derselben hinausgeht."

1796. „Die Annahme gleicher Grösse und regelmässiger Vertheilung der Sterne (— worauf sich das System der Aichungen gründet —) entfernt sich viel zu sehr von der Wahrheit, um bei diesen Untersuchungen als Grundlage zu dienen. Die Sterne der ersten und zweiten Grösse beweisen bei sorgfältiger Untersuchung bis zur Evidenz, dass man, um genau zu sein, sie bis zu einem gewissen Grade ungleich gross oder in verschiedenen Distanzen stehend annehmen muss. Diese einzige Betrachtung genügt vollständig, um zu beweisen, dass, wie richtig auch vielleicht die Hypothese der gleichen Grösse und Vertheilung der Sterne von einem

allgemeinen Gesichtspunkte aus sein mag, sie von keinem Nutzen sein kann, wenn es sich um grosse Präcision handelt."

1802. „Obgleich von unserer Sonne und allen Sternen die wir sehen, mit Recht behauptet werden kann, dass sie in der Ebene der Milchstrasse sich befinden, so bin ich doch jetzt, nach lange fortgesetzter Ansicht und Untersuchung, überzeugt, dass die Milchstrasse selbst aus Sternen besteht, die auf eine ganz andere Art ausgestreut sind als die unmittelbar um uns her befindlichen." — „Die Sterne, aus denen die Milchstrasse besteht, sind sehr ungleich vertheilt und zeigen deutliche Spuren von Streben nach Zusammenhäufung in mehrere abgesonderte Theile. Zwischen β und γ im Schwan z. B. häufen sich die Sterne mit einer Theilung zwischen sich, so dass wir annehmen können, die Haufenbildung gehe nach zwei verschiedenen Gegenden." — „Meine Streifzüge durch den Himmel haben vollkommen erwiesen, dass die Helligkeit der Milchstrasse nur von Sternen herrührt, deren Zusammengedrängtheit zunimmt, wie die Helligkeit der Milchstrasse wächst. Allerdings können wir auch die Zunahme sowohl der Helligkeit als der Zusammendrängung einer grössern Tiefe des Raumes zuschreiben, in dem sich die Sterne befinden; doch auch daraus ergibt sich ebenfalls ihr Bestreben, sich in Haufen zu bilden. Denn da die Zunahme der Helligkeit stufenweise erscheint, so muss der Raum, der die sich häufenden Sterne enthält, Bestrebung zu sphärischer Gestalt äussern, wenn die stufenweise Zunahme der Helligkeit aus der Stellung der Sterne sich erklären soll."

1811. „Wenn Jemand die Bemerkung machen sollte, dass diese neue Anordnung nicht ganz mit dem übereinstimme, was ich in früheren Abhandlungen über diese Gegenstände gesagt, so gestehe ich offen, dass, bei Fortsetzung meiner Streifzüge durch den Himmel, meine Meinung über die Anordnung der Sterne, über ihre Grösse und über einige andere besondere Erscheinungen sich allmälig mit verändert hat. In der That, wenn man die Neuheit des Gegenstandes betrachtet, so darf man sich nicht wundern, wenn manches, das man vorher für ausgemacht annahm, sich bei genauerer Untersuchung ganz anders zeigt als wofür man es, wiewohl ohne hinlänglichen Grund, gemeinhin hielt. So mag z. B. eine gleichmässige Zerstreuung der Sterne behufs gewisser Berechnungen angenommen werden; untersuchen wir aber die Milchstrasse oder die eng zusammengepressten Sternhaufen, deren ich in meinem Verzeichnisse so viele angeführt habe, dann kann man diese gleichförmige Zerstreuung aufgeben."

1814. „Bei meiner Untersuchung des Himmels gewahrte ich an mehreren Stellen Sternflecke von so besonderem Aussehen, dass ich veranlasst war, sie in Bildung begriffene Haufen zu nennen. Dieses Bestreben, Haufen zu bilden, zeigt sich am deutlichsten in äusserst sternreichen Gegenden, und wenn wir das Dasein einer anhäufenden Kraft zu erforschen suchen, so müssen wir erwarten, dass ihre Wirkungen in und nahe der Milchstrasse sich am klarsten zeigen." — „Man bildet gewöhn-

lich in den Sternkarten die Milchstrasse als einen unregelmässigen, hellen Gürtel ab, der den Himmel umschliesst. Meine Sternaichungen haben bewiesen, dass diese weissliche Färbung von angehäuften Sternen herrührt, die zu klein sind, um mit blossem Auge wahrgenommen zu werden. Es ist augenscheinlich, dass, wenn die Milchstrasse jemals aus gleichförmig zerstreuten Sternen bestanden hat, dies nicht mehr der Fall ist. Denn in klarer Nacht sieht man den Zug derselben zwischen den Sternbildern des Schützen und Perseus durch nicht weniger als 18 verschiedene Schattirungen der Helligkeit bezeichnet, die grossen, leicht auflöslichen Nebeln gleichen. Ausser diesen allgemeinen Abtheilungen berechtigen uns bereits mitgetheilte Beobachtungen dazu, das Aufbrechen der Milchstrasse in allen ihren kleineren Theilen im Voraus zu vermuthen, als unvermeidliche Folge der haufenbildenden Kraft, welche aus den überwiegenden Anziehungen allenthalben in ihrem Umfange entsteht. — Da die Sterne der Milchstrasse beständig der Wirkung einer Kraft ausgesetzt sind, die sie unwiderstehlich in Gruppen zusammenzieht, so dürfen wir überzeugt sein, dass von dem Zustande blosser Annäherung zu Haufen sie stufenweise immer mehr durch fortschreitende Zustände von Anhäufung zusammengedrängt werden, bis sie dahin gelangen, was wir die Periode der Reife nennen können, nämlich zur Annahme der kugeligen Gestalt und der gänzlichen Isolirung. Daraus wird klar, dass die Milchstrasse endlich aufbrechen und aufhören muss ein Lager zerstreuter Sterne zu sein. Wir können noch einen wichtigen Schluss aus dieser allmäligen Auflösung der Milchstrasse ziehen. Der Zustand, in welchen die unaufhörlich wirkende, haufenbildende Kraft sie bis jetzt gebracht hat, ist eine Art Chronometer; ebenso wie das Aufbrechen der Milchstrasse den Beweis gibt, dass sie nicht ewig dauern kann, ebenso gibt es gleichzeitig Zeugniss, dass sie nicht seit Ewigkeit war."

1817. „In Beziehung auf die Aichungen, die unter Annahme gleicher Vertheilung der Sterne als wahre Distanzbestimmungen angesehen wurden, bemerke ich gegenwärtig Folgendes. Eine grössere Sternenmenge im Gesichtsfelde des Fernrohres ist allerdings im Allgemeinen ein Zeichen ihrer grössern Entfernung von uns; indess beziehen sich die Aichungen doch weit mehr auf die Entfernung der Sterne von einander, sie geben uns schätzbare Winke über die Ungleichheit des Sternenreichthums in den verschiedenen Regionen des Himmels." — „Auf den Inhalt des Himmels in den beiden verhältnissmässig leeren Räumen zu beiden Seiten der Milchstrasse näher einzugehen, würde weit die Grenzen dieser Abhandlung überschreiten. Ich werde daher nur eine einzige merkwürdige Folgerung beibringen, welche sich aus den Versuchen über die aichenden Kräfte ziehen lässt. Man stelle sich eine Sphäre, beschrieben mit dem Radius der 12. Ordnung der Distanzen vor, so enthält dieselbe alle mit blossem Auge sichtbaren Sterne. Wenn nun die Breite der Milchstrasse nur 5 Grad wäre, und ihre Tiefe die 908. Ordnung der Distanz nicht überstiege, so würden die zwei Parallele, welche die Breite der Milch-

strasse vorstellen, auf jeder Seite vom Centrum der eingeschlossenen Sphäre sich weiter als auf die 39. Ordnung der Distanzen erstrecken. Daraus folgt, dass nicht bloss unsere Sonne, sondern alle Sterne, die wir mit dem blossen Auge sehen können, tief in der Milchstrasse liegen und einen Theil derselben ausmachen."

1818. „Bei diesen zehn Beobachtungen ergab sich, dass die Aichungen in der Milchstrasse in ihrem Fortschreiten durch die äusserste Lichtschwäche der Sterne aufgehalten wurden. Dies kann jedoch keinen Zweifel übrig lassen bezüglich des Fortschrittes der sternigen Regionen. Denn wenn in einer Beobachtung eine zarte Neblichkeit vermuthet wurde, so erwies die Anwendung einer stärkern Vergrösserung, dass dieses zweifelhafte Aussehen einer Untermischung von mehreren Sternen zuzuschreiben war, die zu klein waren, um deutlich mit geringer Vergrösserung erkannt zu werden. Daraus dürfen wir folgern, dass wenn unsere Aichungen die Milchstrasse nicht mehr in Sterne zerlegen, dies nicht etwa daher rührt, weil ihr Wesen zweifelhaft, sondern weil ihre Tiefe unergründlich ist."

Herschel's Untersuchungen der Milchstrasse haben daher im Grossen und Ganzen unsere Kenntnisse von ihrem Baue auf der Stufe gelassen, auf welcher sie standen, als er sich mit dieser ungeheueren Sternenhäufung zu beschäftigen begann, nämlich auf dem Standpunkte der Vermuthung und Hypothese. Die Untersuchungen von Wilhelm Struve haben diesen Theil der Astronomie weiter gefördert; ihnen gegenüber nehmen sich die Herschel'schen Ausführungen zum Theile sehr primitiv aus.

Struve basirt seine Untersuchungen (études d'Astronomie stellaire 1847) auf die Sternverzeichnisse von Lalande, Bessel und Argelander, sowie auf William Herschel's Sternaichungen. Besonders Bessel's Zonenbeobachtungen in der Reduction von Weisse (dessen Catalog die Zahl von 31895 Sternen zwischen + 15° und — 15° Declination für 1825,0 enthält) spielen eine wichtige Rolle hierbei. Nach Ausschluss der Sterne 10. Grösse der mehrfach beobachteten und der nicht ganz genau innerhalb der angegebenen Grenzen befindlichen Sterne, findet Struve folgende Vertheilung auf die Grössenclassen:

1. bis 6. Grösse :	664 Sterne.	8. Grösse :	8183 Sterne.
7. „	2500 „	9. „	19738 „

Eine Vergleichung mit Argelander's Uranometrie und Piazzi's Cataloge, lässt Struve an der Hand einer scharfsinnigen Analyse zu dem Resultate gelangen, dass die Gesammtzahl der von Bessel in der angegebenen Zone beobachteten Sterne 1. bis 9. Grösse sich zur Gesammtzahl aller überhaupt dort vorhandenen verhalte, wie 0,5956 : 1, dass sonach die Zahl sämmtlicher dort vorhandener Sterne der angegebenen Grössenclassen sich auf 52 199 belaufe. Die fernere Untersuchung des Grades der Vollständigkeit des genannten Cataloges je nach den 24 Stunden der

Rectascension und der Sterngrössen, führte hierauf zu einer Tafel der Sternenzahl 1. bis 9. Grösse zwischen + 15° und — 15° in den einzelnen Stunden der Rectascension. Aus dieser Tafel mögen hier folgende Zahlen Platz finden.

Stunden der Recta-scension	Zahl der Sterne 1. bis 9. Grösse nach Bessel	Zahl der Sterne 1. bis 6. Grösse nach Argelander	Stunden der Recta-scension	Zahl der Sterne 1. bis 9. Grösse nach Bessel	Zahl der Sterne 1. bis 6. Grösse nach Argelander
1	1516	29	13	1533	36
2	1609	40	14	1766	35
3	1547	45	15	1896	31
4	2146	67	16	1661	35
5	2742	92	17	2111	31
6	4422	64	18	3229	38
7	3575	36	19	2751	55
8	2854	32	20	2566	50
9	1973	40	21	1752	50
10	1631	26	22	1652	42
11	1797	30	23	1811	45
12	1604	31	24	2055	34

Betrachtet man in dieser Tafel die Sternhäufigkeit in den einzelnen Stunden der Rectascension, so bemerkt man sofort Maxima für 6 und 18, Minima für 1 und 13 Uhr. Diese Maxima und Minima zeigen sich auch für die einzelnen Grössenclassen von der 7. an sehr deutlich und selbst in der Aufzählung der Sterne 1. bis 6. Grösse sind sie noch angedeutet. Genauer betrachtet gruppiren sich die Maxima der Sternfülle oder Dichtigkeit um zwei Punkte von $6^h\ 40^m$ und $18^h\ 40^m$, die Minima um $1^h\ 30^m$ und $13^h\ 30^m$ Rectascension. Da bei den Betrachtungen über die Sternfülle der einzelnen Rectascensionsstunden von den Declinationen Abstand genommen wurde, so kann man sich die gewonnenen Zahlen graphisch am Rande einer kreisförmigen Scheibe versinnlichen, deren Mittelpunkt die Sonne einnimmt. Man findet dann, dass die Linie der grössten Sternfülle, nämlich diejenige, welche die beiden Punkte grösster Sterndichte am Rande der Scheibe mit einander verbindet, nicht genau durch die Sonne geht, sondern um einen geringen Betrag davon abweicht. Der Mittelpunkt dieser Sehne ist der wahre Centralpunkt für die Sterngruppirung und von ihm weicht die Sonne in der Richtung des Rectascensionskreises von 13^h ab.

Struve geht nun weiter über zur Vergleichung dieser Resultate mit den Erscheinungen, welche uns die Milchstrasse darbietet. Die beiden

Maximalpunkte der Sternfülle in 6^h 40^m und 18^h 40^m Rectascension fallen fast ganz genau mit der Lage der Milchstrasse im Aequator zusammen. Wenn es sich oben herausstellte, dass die Lage der Sonne gegen den Sternengürtel etwas excentrisch ist und zwar in der Richtung gegen das Sternbild der Jungfrau, so bestätigt sich dies in dem Zuge der Milchstrasse, deren Nordpol 12^h 38^m Rectascension und 31,5° nördliche Declination besitzt. Struve findet es daher ausser Zweifel, „dass die Erscheinung der Sternhäufung oder Condensation, aufs Engste mit der Natur der Milchstrasse verbunden ist oder vielmehr, dass diese Condensation und der Anblick der Milchstrasse identische Erscheinungen sind", und fährt dann fort: „Herschel hat 1817 bewiesen, dass die Milchstrasse unergründlich für sein vierzigfüssiges Teleskop ist. Die nämliche Unsicherheit über die Grenzen der sichtbaren Sterne existirt in allen anderen Richtungen des Himmelsgewölbes, also auch gegen die Pole der Milchstrasse hin. Nirgendwo sind wir im Stande, die letzten Sterne zu unterscheiden. Hieraus folgt, dass wenn wir alle die Sonne umgebenden Fixsterne ein grosses System bilden sehen, nämlich eben jenes der Milchstrasse, wir in vollkommener Unkenntniss über seine Ausdehnung sind und daher nicht die geringste Idee über die äussere Form dieses ungeheuren Systems besitzen." Diese letzten Behauptungen Struve's sind übrigens keineswegs als erwiesen anzusehen. Wenn es auch dem 40füssigen Teleskope Herschel's nicht gelang, die äussersten Grenzen der Milchstrasse zu erreichen, so folgt daraus durchaus nicht, dass dies ebenso unmöglich für die Gegenden um die Pole der Milchstrasse herum sein müsse. Die 10 Aichungen Herschel's, die wegen der Kleinheit der aufglimmenden Sterne ausgesetzt wurden, wo also die Sondirlinie die äussere Grenze nicht erreichte, fanden in der Milchstrasse, keineswegs aber in grosser Entfernung von ihr statt.

Diese unergründlichen Punkte in der Milchstrasse, auf welche Herschel stiess, sind folgende (Abhandl. von 1817 und 1818):

Heller Fleck im Degengriffe des Perseus. „Mit der ganzen raumdurchdringenden Kraft des (10füssigen) Instruments erhielten die ausserordentlich zarten Sterne im Gesichtsfelde mehr Licht, aber noch zartere, weissliche Punkte konnten wegen nicht ausreichender aichender Kraft nicht entschieden werden."

AR. 12^h 4^m, NP. D. 87° 5′. 1785 Juli 30. „Die Sterne sind ausserordentlich zahlreich, aber zu klein für das Aichen."

AR. 5^h 33^m, NP. D. 66° 6′. 1785 December 7. „Es sind etwa 66 Sterne im Gesichtsfelde, und viele andere so klein, dass sie nicht zum Aichen tauglich sind."

AR. 20^h 40^m, NP. D. 54° 36′. 1786 September 20. „Etwa 320 Sterne im Gesichtsfelde ausser vielen andern, die zu klein sind um deutlich gesehen zu werden."

AR. 21^h 57^m, NP. D. 35° 18′ bis 38° 15′. 1787 October 14. „In diesem Theile des Himmels scheinen die grösseren Sterne von der 9. bis

10. Grösse zu sein, die kleineren sind stufenweise schwächer bis sie dem Blicke sich entziehen. Diese Erscheinungen begünstigen den Gedanken an einen rückwärts gelegenen, weiter entfernten, sich in einen Haufen zusammenziehenden Theil der Milchstrasse."

AR. $20^h\ 8^m$, NP. D. $70^0\ 9'$ bis $72^0\ 49'$. 1784 September 18. „Das Ende der Sternschicht in der Milchstrasse kann man nicht sehen."

AR. $6^h\ 42^m$, NP. D. $88^0\ 33'$. 1786 September 17. „Es sind 116 Sterne im Gesichtsfelde, ausser vielen die zu klein für das Aichen erscheinen."

AR. $21^h\ 29^m$, NP. D. $41^0\ 4'$. 1788 September 21. „Es sind ungefähr 360 Sterne im Gesichtsfelde, doch die meisten so klein, dass die äusserste Aufmerksamkeit nothwendig ist, sie zu sehen."

AR. $21^h\ 17^m$, NP. D. $52^0\ 50'$. 1788 September 27. „Bei 300facher Vergrösserung eine beträchtliche Menge von Sternen mit Nebel."

AR. $19^h\ 50^m$, NP. D. $47^0\ 0'$. 1790 September 11. „Ungefähr 240 Sterne im Gesichtsfelde, mit vielen die zu klein zum Zählen sind." —

Struve bemerkt an einer spätern Stelle seiner Untersuchungen, es sei nicht unmöglich, dass in der Nähe des nördlichen Poles der Milchstrasse Herschel's Teleskope fast die Grenze der Sternschicht erreicht hätten. Um diese Frage zu entscheiden, schlägt er vor, diese Regionen mittels zweier Teleskope zu untersuchen, von denen das eine die raumdurchdringende Kraft der Herschel'schen, das andere aber noch eine weit grössere besitze; wenn beide an derselben Stelle des Himmels die nämliche Sternenzahl zeigten, so wäre hier die Grenze der Schicht erreicht.

Von den 683 Aichungen des ältern Herschel fallen 266 in die oben angegebene äquatoreale Zone des Himmels und Struve hat hiernach die relative Sterndichte für jede der 24 Rectascensionsstunden berechnet, wie sie nachstehende Tabelle enthält.

Stunde	Mittlere Sternzahl im Gesichtsfelde des Teleskopes	Relative Sternfülle	Zahl der Aichungen	Stunde	Mittlere Sternzahl im Gesichtsfelde des Teleskopes	Relative Sternfülle	Zahl der Aichungen
1	7,4	0,27	9	13	8,7	0,32	9
2	7,7	0,29	14	14	8,9	0,33	6
3	6,9	0,26	8	15	9,7	0,36	8
4	21,6	0,80	6	16	15,8	0,59	9
5	49,3	1,82	16	17	37,1	1,37	6
6	71,4	2,64	29	18	84,0	3,11	45
7	67,8	2,51	8	19	102,1	3,78	16
8	32,4	1,20	4	20	40,1	1,49	16
9	10,4	0,39	5	21	20,5	0,76	14
10	5,9	0,22	5	22	12,8	0,47	11
11	4,9	0,18	4	23	8,1	0,30	5
12	5,0	0,19	7	24	9,3	0,34	6

Die relative Sternfülle ist in dieser Tafel aus dem Verhältnisse der mittlern Sternhäufigkeit aller 24 Stunden (26,995) zu derjenigen der betreffenden einzelnen Stunde berechnet.

Aus dieser Tafel ergibt sich, dass die grösste Sternmenge nach Herschel's Aichungen sehr nahe auf diejenigen Punkte fällt, welche die Maxima der Sterne bis zur 9. Grösse aufweisen. Das absolute Minimum der Verdichtung, gegen 12^h Rectascension hin, stimmt ebenfalls mit der Lage der Sonne gegen den Nordpol der Milchstrasse in einer geringen Distanz von der Hauptebene, überein. Die Aichungen ergeben indess weit grössere Unterschiede in den Extremen der Sterndichte als die Zonen Bessel's aufweisen. Im Mittel der beiden Maxima und Minima der Häufigkeit der Sterne 1. bis 9. Grösse findet sich für das Verhältniss der geringsten zur grössten Häufigkeit 1 : 2,51, während die Aichungen für dasselbe Verhältniss 1 : 14,1 ergeben. „Hieraus folgt," sagt Struve, „dass in der Entfernung der letzten in Herschel's Teleskop sichtbaren Sterne in der Richtung des Poles der Milchstrasse die Dichtigkeit der Sterne weniger als $1/5$ von derjenigen ist, welche in der äussersten Entfernung der Sterne 9. Grösse stattfindet. Die fortwährende Abnahme der Sternfülle in der senkrecht zur Hauptebene befindlichen Richtung ist also durch die Beobachtung erwiesen."

Betrachtet man die oben mitgetheilte Tafel der Sternmenge 1. bis 9. Grösse in der Zone von + 15° bis — 15° Declination, so findet man,

dass die Gesammtzahlen der sichtbaren Sterne in den entgegengesetzten Stunden allenthalben nahe gleich ist. Etwas Analoges findet sich für die correspondirenden Stunden, nämlich diejenigen, welche gleich weit von den Stunden 6 und 18 der Maxima abstehen, wie letzteres folgende Tafel zeigt.

Correspondirende Stunden.			Zahl der Sterne 1. bis 8. Grösse.				Mittel.
	0^h und	12^h	480		405		442
1	23	13	432	448	441	459	445
2	22	14	466	487	517	503	493
3	21	15	470	490	513	526	500
4	20	16	657	684	686	520	637
5	19	17	815	843	761	713	783
	6	18	1104		1040		1072

Die Mittelzahlen der letzten Colonne zeigen einen bemerkenswerthen Gang von einem Minimum gegen ein Maximum; die kleinen Unregelmässigkeiten erklären sich durch die nicht absolute Genauigkeit der benutzten Zahlenwerthe, vielleicht selbst durch gewisse locale Anomalien, zum Theil auch durch die Lage der Sonne etwas ausserhalb der Generalebene. Theilt man die Gesammtzahl in zwei Theile beiderseits von dem Durchmesser zwischen $6^1/_2{}^h$ und $18^1/_2{}^h$, welcher nahe derjenige der grössten Sternfülle ist, so erhält man:

in den 12 Stunden von $6^1/_2{}^h$ bis $18^1/_2{}^h$ Rectascension: 7116 Sterne,
" " " " " $18^1/_2{}^h$ " $6^1/_2{}^h$ " 7344 "

Es ist der Unterschied von 228 Sternen übereinstimmend mit der excentrischen Lage der Sonne gegen den Stundenkreis von 13^h. Die Sterne der 1. bis 9. Grösse ergeben für sich eine analoge, aber beträchtlich stärkere Differenz, die vielleicht von der geringen Genauigkeit des für die Gesammtzahl der Sterne 9. Grösse gefundenen Werthes abhängt.

Struve geht nun dazu über, das Gesetz der mittlern Sternverdichtung in den verschiedenen Abständen senkrecht zur Ebene der Milchstrasse, zu bestimmen. Er stützt sich hierbei auf Herschel's Aichungen, die er zu Mittelzahlen vereinigt und dabei von 15 zu 15 Grad Winkeldistanz fortschreitet. Die gefundenen Mittelwerthe sind:

Winkeldistanz φ von der Ebene der Milchstrasse	Mittlere Sternfülle z	Zahl der Aichungen
0	122,00	151
15	30,30	56
30	17,68	34
45	10,36	48
60	6,52	18

Ueber 60° hinaus sind die Aichungen nicht zahlreich genug, um sichere Mittelwerthe zu geben, doch würde annähernd für 75° Winkeldistanz eine mittlere Sternfülle von 4,681 sich herausstellen. Indem Struve die obigen fünf Werthe in eine Formel, die nach Vielfachen von φ fortschreitet, zusammenfasst, findet er für $\varphi = 75^0$, $z = 4{,}69$, für $\varphi = 90^0$, $z = 4{,}15$. Hiernach würde Herschel's zwanzigfüssiges Teleskop also an den Polen der Milchstrasse 29,4mal weniger Sterne gezeigt haben, als in der Ebene derselben.

Durch Integration gelangt Struve ferner zu der Zahl von 10 187 017 Sternen als Gesammtfülle aller im 20füssigen Teleskop am nördlichen Himmel wahrnehmbaren Fixsterne.

Fasst man die Mittelzahlen der Sternfülle (im Gesichtsfelde des 20-füssigen Teleskops von $7\frac{1}{2}'$ Radius) von 15 zu 15 Grad zusammen, so ergeben sich nach Struve für die Hemisphäre nördlich von der Milchstrasse sowie nach Sir John Herschel für die südliche Hemisphäre folgende Werthe:

Winkeldistanz in der Ebene der Milchstrasse	Mittlere Sternzahl der nördlichen Hemisphäre	Mittlere Sternzahl der südlichen Hemisphäre
0 — 15°	53,43	59,06
15 — 30	24,09	26,29
30 — 45	13,61	13,49
45 — 60	8,21	9,08
60 — 75	5,42	6,62
75 — 90	4,32	6,05

Indem Struve im fernern Verlaufe seiner Untersuchungen, den Radius der Sphäre, welche alle in Herschel's Teleskop noch sichtbaren Sterne umschliesst, zur Einheit nahm, leitete er eine Formel ab, welche für die verschiedenen linearen Distanzen x von der Ebene der Milchstrasse, die zugehörige Sternhäufigkeit oder Dichtigkeit ϱ ergab. Die Bemerkung, dass, wenn der lineare Abstand zweier benachbarter Sterne in der Mitte der Milchstrasse zur Einheit genommen wird, die mittleren Abstände der den einzelnen x entsprechenden Sterne sich umgekehrt wie die Cubikwurzel aus ϱ verhalten, ergab dann die mittleren Distanzen dieser Sterne. Auf diese Weise wurde folgende Tafel erhalten, welche sich von $x = 0$ bis $x = 0{,}866$ ($= \sin 60^0$) erstreckt. Ueber diesen Werth hinaus ist die Formel nicht wohl verwendbar.

Abstand von der Ebene der Milchstrasse	Sternhäufigkeit			Mittlere Distanz zweier benachbarter Sterne
$x =$	$\varrho =$	ϱ'	ϱ''	$d =$
0,00	1,00000	(1,0000)	1,0000	1,000
0,05	0,48568	(0,9755)	0,9459	1,272
0,1	0,33288	(0,9111)	0,8185	1,458
0,2	0,23895	(0,7422)	0,5659	1,611
0,3	0,17980	(0,6075)	0,4267	1,772
0,4	0,13021	(0,5244)	0,3607	1,973
0,5	0,08646	(0,4766)	0,3278	2,261
0,6	0,05510	(0,4480)	0,3097	2,628
0,7	0,03079	(0,4302)	0,2989	3,190
0,8	0,01414	(0,4187)	0,2920	4,136
0,866	0,00532	(0,4132)	0,2888	5,729

Die durch die Tafel nachgewiesene Abnahme der Sternhäufigkeit mit wachsender Entfernung von der Ebene der Milchstrasse, zeigt sich auch in den Zählungen der Bessel'schen Zonensterne 1. bis 9. Grösse. Struve findet für eine, dem Radius der Sphäre welche die Sterne 1. bis 7. Grösse umschliesst, gleiche Distanz der Schicht von der Ebene der Milchstrasse, die mittlere Sternhäufigkeit = 0,40525, für eine dem Radius der Sphäre, welche die Sterne 1. bis 8. Grösse umschliesst, gleiche lineare Distanz von der Ebene der Milchstrasse dieselbe Sterndichte = 0,28410. Wird nun die Entfernung der äussersten Sterne, welche Herschel's Teleskop wahrnehmen liess = 1,0 gesetzt, so findet derselbe Astronom ferner als

Radius der Sphäre, welche umschliesst:

die Sterne 9. Grösse: 0,16567
„ „ 8. „ 0,10907
„ „ 7. „ 0,06338

Für die Distanz 0,06338 findet sich nun:

nach Herschel's Aichungen: Sterndichte 0,41365
„ Bessel's Zonen: Sterndichte . . . 0,40525
Differenz . . . 0,00840

Für die Distanz 0,10907 ergibt sich:

nach Herschel's Aichungen: Sterndichte 0,31083
„ Bessel's Zonen: Sterndichte . . . 0,28410
Differenz . . . 0,02673

Diese grosse Uebereinstimmung, welche Struve als einen Beweis ansieht, dass dasselbe Gesetz der Verdichtung gegen die Milchstrasse hin, auch für die Sterne in dem Abstande der Fixsterne 8. Grösse gilt, ist indess ziemlich illusorisch.

Es ergibt sich dies sofort, wenn man die Sterndichten in gleichen Winkelabständen von der Ebene der Milchstrasse nach Herschel's Aichungen, welche sich auf die äussersten noch wahrnehmbaren Sterne beziehen, mit denjenigen vergleicht, welche sich aus Bessel's Zonen, nach der von Struve abgeleiteten Formel, für die Sterne 1. bis 7. und 1. bis 8. Grösse ergeben. Wäre nämlich die Condensation für die Sterne der letzten Classe gegen die Ebene der Milchstrasse die nämliche wie für die kleinen Sterne, die Herschel in seinem Teleskope noch erblickte, so müsste für alle Winkelabstände von der Ebene der Milchstrasse wenigstens das Verhältniss beider Dichtigkeiten ein constantes sein. Ich habe, der obigen Tafel der Sternhäufigkeit nach Herschel's Aichungen entsprechend, eine analoge für die Sterne 1. bis 7. Grösse nach Bessel's Zonenbeobachtungen berechnet, die erhaltenen Werthe sind die eingeklammerten der obigen Tafel unter der Rubrik ϱ'. Die Werthe von ϱ'' sind durch Struve berechnet, und beziehen sich auf die Sterne 1. bis 8. Grösse. Vergleicht man diese mit den daneben stehenden, welche sich auf alle noch in Herschel's Teleskop sichtbaren Sterne bezieht, so erkennt man sofort, dass die Sterne der 1. bis 7. Grösse wesentlich anders gruppirt sind. Fasst man sämmtliche überhaupt sichtbaren Sterne ins Auge, deren Mehrzahl in der Milchstrasse liegt, so nimmt eben deshalb die Sterndichte in gleichen Winkelabständen von der Milchstrasse weit rascher ab, wie wenn man bloss die Sterne der 1. bis 7. Grösse betrachtet. Diese Abnahme würde noch rascher sein, wenn Herschel's Teleskope mächtiger gewesen wären, und ihm also in der Milchstrasse selbst mehr Sterne gezeigt hätten. Die Ansicht Struve's, die aus seiner ganzen Untersuchung hervorgeht: sämmtliche für uns wahrnehmbaren Fixsterne gehörten zum Systeme der Milchstrasse und die mittleren Distanzen zwischen zwei benachbarten Sternen nähmen in dem Maasse zu, als die Sterne entfernter von der Ebene der Milchstrasse ständen, erweist sich daher nicht als stichhaltig. Diese Distanzen fallen nämlich für die verschiedenen Schichten, wie sich aus obiger Tafel ergibt, viel gleichmässiger aus, wenn man die Sterne der Milchstrasse eliminirt. Auch berechnet Struve die von ihm angegebenen Distanzen, indem er den Radius der Milchstrasse benutzt, was für die Sterne im Pole der Milchstrasse offenbar nicht zulässig ist. Die Sterne in der Nähe desselben stehen eben nicht so weit von uns entfernt, als diejenigen der Milchstrasse. Einen directen Beweis für diese Thatsache hat Struve sogar selbst beigebracht. Aus Herschel's Sternaichungen findet sich, dass sich die Zahl der Sterne in der Nähe des Nordpoles der Milchstrasse zur Zahl derjenigen in ihrer Ebene wie 1 : 29,4 verhält. Für die Sterne 1. bis 7. Grösse ist dieses Verhältniss bloss 1 : 2,51. Will man aber, wie man bei

dieser ganzen Untersuchung nothwendig muss, eine dem Raume proportionale Vertheilung der Fixsterne annehmen, so folgt aus diesen Thatsachen keineswegs eine grössere mittlere Distanz der Sterne an den Polen der Milchstrasse, sondern vielmehr eine grössere Nähe derselben. An den Polen der Milchstrasse ist die Begrenzung unserer Fixsternschicht wahrscheinlich bereits erreicht worden, und sie liegt uns verhältnissmässig nahe, weil die Zahl der sehr lichtschwachen Fixsterne im Verhältniss zu derjenigen 1. bis 9. Grösse, bei Anwendung der grössten Teleskope nur wenig zunimmt; in der Milchstrasse zeigen sich hingegen fortwährend zahllose neue Sterne in dem Maasse, wie die Kraft des Teleskopes wächst.

Die Zunahme der Sternfülle in der unmittelbaren Nähe der Ebene der Milchstrasse ist eine so rasche, dass man nicht wohl an eine nähere Verbindung der Fixsterne, welche diesen ungeheueren Complex bilden, mit denjenigen ausserhalb desselben denken kann. Wollte man indess eine solche annehmen, so würde man in dem Maasse, als kräftigere Teleskope neue und zahlreichere Sterne in der Milchstrasse entdecken, die Gestalt unseres Fixsternsystems immer näher einer sehr flachen Linse oder Scheibe annehmen müssen, was schon gegenüber der sehr grossen Zahl kugelförmiger Sternhaufen, die man als Analoga unseres Fixsternsystems betrachten darf, nicht wohl gestattet ist. Alle bisherigen Untersuchungen vereinigen sich dahin, anzunehmen, dass der Fixsterncomplex, zu dem unsere Sonne gehört, ein nicht sehr elliptischer, fast kugelförmiger ist. Die Ebene seines Aequators fällt mit der Ebene der Milchstrasse zusammen, letztere gehört aber keineswegs zu dem nähern Verbande unseres Systems.

Die genauere Untersuchung der Milchstrasse zeigt den unregelmässigen Bau derselben. Grosse lichte Stellen, mit dichten Sternschwärmen und geballten Nebelflecken erfüllt, wechseln unmittelbar ab mit dunklen gewundenen Strassen, ähnlich jenem Canale, der sich von α Cephei in der Richtung auf ζ Cygni zieht und dessen Ufer beiderseits von leuchtenden Nebeln begrenzt werden. Von ungleich hellen Stellen, von Flecken und Lichtwolken in der Milchstrasse, erwähnt der ältere Herschel gelegentlich: einen sehr hellen Streifen unter dem Pfeile des Schützen, eine weisse Wolke im Sobieski'schen Schilde, einen hellen Fleck nördlich von α, β und γ Adler, zwei sehr lichtschwache Stellen zwischen dem Adler und dem Schilde, eine ausgedehnte lichtschwache Stelle hinter der Schulter des Ophiuchus; helle Stellen bei β, γ, ζ Schwan, eine sehr helle im Degengriffe des Perseus, einen dunkeln Fleck zwischen α und γ Cassiopeia u. s. w. In seiner Abhandlung von 1785 beschreibt Herschel einen grössern, durch eine sehr geringe Anzahl Sterne ausgezeichneten Raum in der Milchstrasse als eine „Oeffnung im Himmel". „Einige Theile unseres Systems," sagt der grosse Beobachter, „scheinen, wenn ich mich so ausdrücken darf, bereits grössere Verwüstungen von der Zeit erlitten zu haben als andere. Im Leibe des Skorpions ist beispielsweise eine Oeffnung, welche wahrscheinlich von dieser Ursache herrührt. Ich fand die-

selbe, als ich in dem Parallelstreifen von 112° bis 114° Nordpoldistanz aichte. Meine Aichungen nahmen, als ich mich der Milchstrasse näherte, stufenweise zu, als sie plötzlich auf Null herabsanken, einige grössere Sterne ausgenommen. Diese Oeffnung ist mindestens 4 Grad breit; ihre Höhe habe ich indess noch nicht bestimmt. Es ist merkwürdig, dass einer der reichsten und zusammengedrängtesten Sternhaufen, die ich mich jemals erinnere gesehen zu haben, gerade an dem westlichen Rande der Oeffnung liegt, und beinahe zu der Muthmaassung berechtigt, dass die Sterne, aus denen er zusammengesetzt ist, von jener Stelle sich gesammelt und die Lücke hinterlassen haben." Eine merkwürdige Thatsache haben die Beobachtungen der beiden Herschel vollkommen sichergestellt, nämlich die grosse Anhäufung von Sternhaufen in der Milchstrasse, während die Maxima der Häufigkeit der Nebel keineswegs hierhin fallen. Der siderale Inhalt der Milchstrasse ist ein höchst mannigfacher und weit davon entfernt, ein irgend symmetrisch gruppirter zu sein, wie es der Fall sein müsste, wenn die Milchstrasse als ein ungeheurer geschlossener Sternenring unsern Fixsternhimmel umschlösse. Man muss vielmehr annehmen, dass die scheinbare Ringform der Milchstrasse nur eine optische Täuschung ist und hervorgebracht wird durch die Lagerung einer unbestimmt grossen Zahl von kleineren und grösseren Sternhaufen und Sterngruppen in einer und derselben Ebene, die uns gerade als Ebene der Milchstrasse erscheint. Was Kant, von blosser Speculation ausgehend, als wahrscheinlich hinstellte: die Existenz einer Hauptebene für die Fixsternwelt, analog derjenigen, um welche im Sonnensysteme die Planetenbahnen gruppirt sind, findet in den genaueren Untersuchungen, welche sich auf Sterncataloge und Aichungen gründen, seine Bestätigung. Die Verwüstungen durch die Zeit und die Spuren von Aufbrechen der Schichten, welche Herschel der Aeltere in einzelnen Theilen der Milchstrasse phantasiereich zu erkennen glaubte, ebenso wie die berühmten „Oeffnungen im Himmel", erklären sich ungezwungen aus der perspectivischen Ausstreuung verschiedener hintereinander befindlicher, ungleich grosser, dichter und entfernter Sternhaufen und Nebelflecke. Alle diese Weltsysteme, zu denen als ein ebenbürtiges Ganzes auch unser Fixsternhaufe gehört, liegen freilich keineswegs vollkommen genau in einer und derselben Ebene, es finden vielmehr Abweichungen statt, analog den verschiedenen Neigungen der Planetenbahnen gegen eine mittlere Grundebene. In dieser Weise lassen sich, wie es scheint, die Ausläufer der Milchstrasse sowohl als ihre merkwürdige Bifurcation am ungezwungensten erklären. Von jedem Partialgliede der einzelnen Sternschwärme und Sternhaufen aus, welche das System der Milchstrasse bilden, stellt sich diese nahe als grösster Kreis und in ähnlichen Zügen dar, wie für uns. Dass die Tiefen dieser ungeheuren Fixsternschicht nicht zu ergründen sind, ist nach den jetzt gewonnenen Vorstellungen von dem Baue der Milchstrasse, nicht wunderbar. Schwieriger bleibt es dagegen, Vermuthungen zu wagen über die Stellung der Sternhaufen und Nebelflecke im Raume, welche weit entfernt

von der Ebene der Milchstrasse, sichtbar werden. Es scheint aber, dass die Hauptschicht der Fixsterne in gewissen Entfernungen beiderseits von kleineren oder grösseren Sternhaufen umgeben wird. Von den Nebelflecken, deren viele, wie die Spectralanalyse gelehrt hat, wirkliche Nebelmaterie sind, stehen die meisten sicherlich innerhalb unseres Fixsternsystems, andere aber, bilden eigene Sternsysteme für sich. Es ist bis jetzt Niemandem gegeben, mehr als Vermuthungen über diese Organisationen der höchsten uns bekannten Ordnungen zu hegen.

Eine wichtige Rolle bei der Frage nach dem Baue des Himmels bilden die mittleren Distanzen der Sterne verschiedener Grössenclassen von einander. Unter Voraussetzung einer dem Raume entsprechenden, gleichmässigen Vertheilung, findet Struve folgende relativen Abstände der Sterne verschiedener Grösse.

Sterngrösse (nach Argelander)	Mittlere Distanz	Sterngrösse (nach Bessel)	Aeusserste Distanz
1	1,0000	6	8,2160
2	1,8031	7	14,4365
3	2,7630	8	21,8445
4	3,9057	9	37,7364
5	5,4545	Herschel's schwächste Sterne	227,782
6	7,7258		

Die Möglichkeit, diese relativen Distanzen in einer linear abgemessenen Einheit (wie z. B. der Erdbahnhalbmesser ist) auszudrücken, hängt ab von der Zunahme genauer Parallaxenmessungen der uns nächsten Sterne; sie ist jetzt nur bedingungsweise zu realisiren. Schon im Jahre 1846 hat es indess C. A. F. Peters versucht, in einer überaus merkwürdigen Abhandlung über die Parallaxe der Fixsterne, Mittelwerthe für die Parallaxen der Sterne zweiter Grösse zu gewinnen. (Mém. Acad. St. Petersburg Vol. V.). Er stützt sich hierbei auf 35 Sterne, die in den Dorpater Beobachtungen von 1818 bis 1821 positive Werthe für ihre Parallaxen ergeben hatten, welche die wahrscheinlichen Fehler um ein Vielfaches übertrafen. Von diesen Sternen wurden gleichwohl zwei (61 Schwan und 1830 Groombridge) wegen ihrer grossen Eigenbewegungen als Ausnahme betrachtet und ausgeschlossen. Eine scharfsinnige Untersuchung ergab dann aus den übrigen 33 Werthen, dass die mittlere Parallaxe der Sterne der zweiten Grösse zu $0{,}116'' \pm 0{,}014''$ anzunehmen ist.

Mittels dieses Werthes hat nun Struve die obigen relativen Distanzen in absolute verwandelt und folgende Tafel berechnet:

Scheinbare Helligkeit in Sterngrössen	Parallaxe in Bogensecunden	Distanz in Erdbahnradien	Zeit, welche das Licht gebraucht, um diesen Raum zu durchlaufen
1 Argelander	0,209	986 000	15,5 julianische Jahre
1½ „	0,166	1 246 000	19,6 „ „
2 „	0,116	1 778 000	28,0 „ „
2½ „	0,098	2 111 000	33,3 „ „
3 „	0,076	2 725 000	43,0 „ „
3½ „	0,065	3 151 000	49,7 „ „
4 „	0,054	3 850 000	60,7 „ „
4½ „	0,047	4 375 000	69,0 „ „
5 „	0,037	5 378 000	84,8 „ „
5½ „	0,034	6 121 000	96,6 „ „
6 „	0,027	7 616 000	120,1 „ „
6½ „	0,024	8 746 000	137,9 „ „
6½ Bessel	0,025	8 100 000	127,7 „ „
7½ „	0,014	14 230 000	224,5 „ „
8½ „	0,008	24 490 000	386,3 „ „
9½ „	0,006	37 200 000	586,7 „ „
Herschel's entfernteste Sterne	0,00092	224 500 000	3541,0 „ „

Die entferntesten Sterne, welche Herschel's zwanzigfüssiges Teleskop noch einzeln zeigte, würden hiernach in einer Distanz von 4500 Billionen Meilen stehen. Ueber diese Entfernung hinaus sind isolirte Sterne im Allgemeinen nicht mehr sichtbar, wohl aber grössere Complexe derselben, als Sternhaufen oder Nebelflecke. Herschel der Aeltere hat über die Art und Weise, wie sich diese Gebilde in mächtigen Teleskopen darstellen und über die Entfernung, in welche man sie, je nach ihrer Sichtbarkeit, zu versetzen gezwungen ist, eine Reihe von Untersuchungen angestellt, die für eine richtige Vorstellung von dem Baue des Himmels grosse Wichtigkeit erlangen. Herschel ging dabei von dem Princip aus, dass im Durchschnitte die Helligkeit aller Fixsterne die gleiche sei und nur ihre Entfernung den Unterschied der Grösse oder Helligkeit bedinge. Durch photometrische Versuche, die freilich für die Gegenwart noch manches zu wünschen übrig lassen, fand Herschel hiernach (Abhandl. von 1817), dass das blosse Auge, indem es noch isolirte Sterne 6. Grösse wahrzunehmen vermag, bis zur 12fachen Distanz der Sterne 1. Grösse in den Raum eindringt. Wenn man die genaueren photometrischen Bestimmungen der Gegenwart zu Grunde legt, so würde sich die normale Sehkraft sogar auf

13,5 Sternweiten erstrecken. Bereits im Jahre 1799 hatte Herschel eine „Untersuchung über die raumdurchdringende Kraft der Teleskope" veröffentlicht, in welcher er zeigte, dass diese hauptsächlich sich wie der Durchmesser der freien Oeffnung des Teleskops zum Durchmesser der Pupille verhält. Auf diesem Wege gelangt er zu dem Resultate, dass die raumdurchdringende Kraft seines 7füssigen Reflectors 20,25, jene des 20füssigen (a front view) 75,08, jene des 25füssigen 95,85 und die des 40füssigen Spiegelteleskopes 191,69 Mal grösser sei als diejenige des blossen Auges. Durch Beschränkung der Oeffnung (Spiegel) des Teleskops konnte Herschel je nach Bedürfniss verschieden tief in den Raum dringen und hierdurch die Entfernung der nach und nach sichtbar werdenden Gegenstände bestimmen. „Um die Entfernung von Sternhaufen zu bestimmen," sagt Herschel, „ist es nothwendig, die aichende (absichtlich beschränkte) raumdurchdringende Kraft des Spiegels zu bemerken, welche eben hinreicht, um einige Sterne im Teleskope zu erkennen. Wenn der Sternhaufen von kugeliger Gestalt ist, so würden die zu ihm gehörenden Sterne sich leicht von denen unterscheiden lassen, die um ihn herum oder über ihn her zerstreut sind. In Sternhaufen von anderer Bauart wird die Zusammendrängung oder die scheinbare Grösse der Sterne den Beobachter leiten. Weder die Helligkeit noch der Durchmesser der Sternhaufen dürfen bei Bestimmung seiner Entfernung berücksichtigt werden." (Abhandlung von 1818). Herschel hat eine Anzahl Beobachtungen von Sternhaufen behufs ihrer Distanzbestimmung angestellt; ich füge dieselben hier bei. Die einzelnen Sternhaufen sind durch die Classe und Nummer des Herschel'schen Catalogs bezeichnet, einige auch nach Messier's Catalog (Herschel a. a. O.).

Bezeichnung	Beschreibung	Distanz
VI. 7	Zarter Sternhaufen, vermischt mit Nebel, 8′ bis 10′ Durchmesser	734
VI. 9	Grosser Sternhaufen, 6′ bis 7′ Durchmesser, unregelmässig rund	734
VI. 10	Sehr grosser, gedrängter Haufen von sehr kleinen Sternen	734
VI. 11	$1^1/_2$′ bis 2′ Durchmesser	734
VI. 12	Grosser Sternhaufen	466
VI. 17	4′ bis 5′ Durchmesser, reich an kleinen, gedrängten Sternen	600
VI. 20	Hell, unregelmässig rund, 8′ bis 9′ Durchmesser .	734
VI. 26	Sehr lichtschwach, äusserst kleine Sterne; 4′ Durchmesser	900
VI. 36	1′ Durchmesser, lichtschwach, ausserordentlich kleine Sterne, nächster Schritt zu einem leicht auflösbaren Nebel	900

Bezeichnung	Beschreibung	Distanz
VI. 38	Hell, klein, leicht auflösbar, sehr reich an Sternen	900
IV. 63	Sehr hell, unregelmässig rund, 4′ Durchmesser .	900
Messier 1	Auflöslich, 4′ Durchmesser	980
„ 2	Kugeliger Sternhaufen, 5′ bis 6′ Durchmesser . .	243
„ 3	Kugeliger Sternhaufen, 5′ bis 6′ Durchmesser . .	243
„ 4	Sehr viele Sterne, ganz aufgelöst	344
„ 5	Kugeliger Sternhaufen, 7′ bis 8′ Durchmesser . .	243
„ 9	Sehr zusammengedrängter Sternhaufen	344
„ 10	Sehr zusammengedrängter Sternhaufen	243
„ 11	Unregelmässig, 9′ bis 12′ Durchmesser	144
„ 12	Glänzend, 7′ bis 8′ Durchmesser, nach der Mitte stehen die Sterne sehr gedrängt	186
„ 13	Glänzend, 8′ bis 9′ Durchmesser. Der gedrängteste Theil ist rund	243
„ 14	Sehr hell und leicht auflöslich, rund	900
„ 15	Kugelförmig, 6′ bis 7′ Durchmesser	243
„ 19	Sehr gedrängte Sterne, 4′ bis 5′ Durchmesser . .	344
„ 22	Die Sterne sind gegen die Mitte zu verdichtet, 8′ Durchmesser	344
„ 30	Im 10füssigen Teleskope bei 250facher Vergrösserung in sehr kleine Sterne aufgelöst	344
„ 33	Gegen die Mitte stehen die Sterne sehr dicht und sind ungemein klein. 18′ Durchmesser . . .	344
„ 34	Haufen von grob zerstreuten, grossen Sternen . .	144
„ 35	Ziemlich zusammengedrängte grosse Sterne . . .	144
„ 53	Kugelförmiger Haufen sehr zusammengedrängter Sterne	243
„ 55	Reicher Sternhaufen, 8′ lang	400
„ 56	3½′ bis 4′ Durchmesser	344
„ 57	Oval, 1½′ bis 2′ Durchmesser	950
„ 62	Sehr hell, rund, gegen die Mitte verdichtet, 4′ bis 5′ Durchmesser	734
„ 67	Aeusserst schöner Haufen von Sternen	144
„ 68	Ein Haufen zusammengedrängter kleiner Sterne, 3′ lang, 4′ breit	344
„ 69	Sehr hell, ziemlich gross, leicht aufgelöst	734
„ 71	Unregelmässig, 2½′ Durchmesser	243
„ 72	Im 40füssigen Teleskope als schöner Sternhaufen sichtbar	243
„ 74	In der Mitte sehr hell, fast 12′ Durchmesser . .	243

Bezeichnung	Beschreibung	Distanz
Messier 75	Etwa 2′ Durchmesser	734
„ 77	3′ bis 4′ lang, 3′ breit, einige helle Sterne im Mittelpunkte	910
„ 79	Ein kugelförmiger Haufen, dessen Sterne in der Mitte äusserst zusammengedrängt sind, 3′ Durchmesser	344
„ 80	Kleine, zusammengedrängte Haufen, heller gegen die Mitte, 3′ bis 4′ Durchmesser	734
„ 92	Glänzender Sternhaufen, 6′ bis 7′ Durchmesser .	243
„ 97	hell, kugelig, von durchaus gleichförmigem Lichte	980

Die vorstehend angegebenen Distanzen betrachtet Herschel als so genau, wie es das Princip der Methode und die Schärfe der Beobachtungen gestatten. Die meisten dieser Gebilde würden also in grösserer Entfernung stehen als die äussersten Sterne der Milchstrasse. Die Annahme, dass durchschnittlich alle Sterne gleiche absolute Leuchtkraft besitzen, hat sich zwar in den wenigen Fällen, in welchen genaue Parallaxenbestimmungen uns ein directes Urtheil hierüber gestatten, keineswegs bewahrheitet; indessen kann man sie immerhin gelten lassen, sobald ungeheure Mengen von Sternen in Betracht gezogen werden, genau so, wie auch die gleichmässige, dem Raume proportionale Ausstreuung der Fixsterne gestattet ist. Vergleicht man indess die von Herschel auf photometrischem Wege gefundene raumdurchdringende Kraft des normalen Auges, das noch Sterne 6. Grösse wahrnimmt, mit derjenigen Distanz, welche Struve, bloss von der Zahl der Sterne ausgehend, dafür berechnete, so findet sich ein beträchtlicher Unterschied. Die Sterne entschwinden früher, als es der Fall sein könnte, wenn sich das Licht bloss umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung verminderte. Struve sieht hierin einen directen Beweis für eine Absorption des Sternlichtes in den himmlischen Räumen durch irgend ein feines Medium. Schon im Jahre 1744 hatten J. P. Loys de Cheseaux (Traité de la Comète de 1743) und 1823 Olbers (Bode's Jahrbuch für 1826) darauf aufmerksam gemacht, dass unter Annahme einer unendlichen Anzahl von Fixsternen in dem unendlichen Raume, das ganze Himmelsgewölbe in sonnegleichem Glanze leuchten müsse, wenn nicht das Licht neben seiner Abnahme im quadratischen Verhältnisse der Distanz, noch eine besondere Schwächung erlitte. Diese Argumentation, der man lange grosse Wichtigkeit beilegte, ist übrigens ohne sonderlichen Werth. Denn nichts beweist, dass der unendliche Raum auch von einer unendlich grossen Menge von Materie angefüllt sei oder gar sein müsse; es ist vielmehr überwiegend wahrscheinlich, dass die Menge der Materie im Raume begrenzt ist. Die

Absorption des Sternenlichtes folgt aber aus dem Vergleiche der Untersuchungen von Herschel und Struve, wie ihn der letztgenannte Astronom zuerst angestellt hat. Struve hat auch zuerst genauere Untersuchungen über die Grösse dieser Absorption geliefert. Mit Recht findet er die Herschel'sche Bezeichnung der Sehkraft des menschlichen Auges sehr unbestimmt, und substituirt daher dem letztern ein kleines, nur dreimal vergrösserndes, achromatisches Fernrohr von 0,211 Zoll Oeffnung. Mittels dieses Instruments erblickt man etwa 83 Procent mehr Sterne als in Argelander's Uranometrie enthalten sind. Die äusserste Entfernung der schwächsten dort aufgezeichneten Fixsterne findet Struve zu 8,8726 Sternweiten und damit also die äusserste Distanz der in dem genannten kleinen Fernrohre noch sichtbaren Fixsterne gleich

$$8{,}8726\ \sqrt[3]{1{,}83} = 10{,}852$$

Sternweiten, oder nur etwa $^1/_{10}$ weniger als Herschel gefunden. Hiernach berechnet sich die raumdurchdringende Kraft des 20füssigen Teleskopes auf 663,94 Sternweiten. Es wurde aber oben, wo nur die Zahl der Sterne concurrirte, dieselbe Kraft oder Tragweite auf 227,782 Sternweiten berechnet. Sonach reicht also die wahre Tragweite des zwanzigfüssigen Teleskops kaum über $^1/_3$ derjenigen Distanz hinaus, bis wohin sie der Theorie nach reichen sollte. Dieser Unterschied zwischen Rechnung und Beobachtung ist es, welcher auf die Annahme eines lichtschwächenden, die Himmelsräume erfüllenden Mediums leitet. „Um das ganze Gewicht dieser Argumentation sicher zu beurtheilen," sagt Struve (études d'Astr. stell.), „wollen wir die Anzahl derjenigen Sterne berechnen, welche Herschel's zwanzigfüssiges Teleskop in der Mitte der Milchstrasse hätte zeigen müssen, wenn es in der That eine Distanz erreicht hätte, welche 74,83 Mal jene der äussersten Sterne 6. Grösse übertrifft." Diese Zahl ist

$$= 122 \times \left(\frac{74{,}83}{25{,}672}\right)^3 = 3021.$$

Thatsächlich zeigte aber das Teleskop nur den fünfundzwanzigsten Theil dieser Sternzahl und in der sternreichsten Gegend von allen bloss 588 Sterne im Gesichtsfelde. Gestützt auf die gegebenen Daten, berechnete Struve den numerischen Ausdruck für die Absorption des Lichtes und fand, dass letztere für die Distanz der Sterne 1. Grösse bereits $\frac{1}{107}$ ihrer Intensität beträgt.

„Künftig," sagt der Director der Nicolai-Sternwarte in Pulkowa, „wird der scheinbare Glanz ξ eines Sternes ausgedrückt werden müssen als Function seiner Distanz x und der Absorption. Ohne letztere zu beachten, findet sich der Glanz proportional $\frac{1}{x^2}$, wird hingegen die Extinction berücksichtigt, so ergibt sich

$$\xi = \frac{0{,}990651^{x-1}}{x^2}.$$

Die Extinction des Lichtes erweist sich hiernach für die uns nächsten Sterne 1. Grösse ziemlich unbedeutend, sie wächst aber bereits auf 8 Procent für die Distanz der Sterne 6. Grösse an, auf 30 Procent für jene der Sterne 9. Grösse und auf 88 Procent für die Distanz der schwächsten von Herschel noch gesehenen Fixsterne. Dieser Umstand bewirkt natürlich, dass die raumdurchdringende Kraft der Teleskope wesentlich geringer ist, als sie der Theorie nach sein sollte. Die oben nach Herschel angegebene raumdurchdringende Kraft der verschiedenen Teleskope verringert sich hierdurch bedeutend, wie folgende Tafel zeigt.

Teleskope Herschel's	Raumdurchdringende Kraft in Sternweiten	
	nach Herschel	nach Struve, mit Rücksicht auf die Absorption des Lichtes
7 füssiges	243	123,2
20 „	743	227,8
20 „ (front view)	900	250,7
25 „	1150	279,6
40 „	2300	368,5

In demselben Maasse vermindern sich nun auch die von Herschel angegebenen Distanzen von Sternhaufen, die dadurch meist mehr genähert erscheinen, als die äussersten Sterne der Milchstrasse. Von 263 Sternhaufen liegen 225 in der Milchstrasse und die eben bezeichneten Distanzen beweisen noch ausserdem, dass sie zu diesem ungeheuren Sternringe gehören. Die übrigen Sternhaufen, welche weit entfernt von der Milchstrasse stehen, begleiten diese, wie bereits hervorgehoben, lateral. Unser Fixsternsystem ist ein ausgedehnter Sternhaufen, der so viel es scheint, an Grösse die meisten übrigen übertrifft. Von diesen aus gesehen erscheint er als zum System der Milchstrasse gehörig, genau so wie jene, von unserm Standpunkte aus betrachtet.

Herschel bemerkt gelegentlich, dass sein 40füssiges Teleskop noch den Sternhaufen 75 Messier, in Gestalt eines Nebels erkennen lasse, wenn derselbe 35 175 Sternweiten von uns entfernt stehen würde. Unter Berücksichtigung der Extinction schrumpft diese ungeheure Distanz auf 787 Sternweiten zusammen, entsprechend 15 500 Billionen Meilen. Diese Entfernung zu durchlaufen gebraucht der Lichtstrahl 12 200 Jahre. Wegen der in bedeutenden Distanzen schnell wachsenden Lichtabsorption kann

dieser letztgenannte Abstand für kein Gebilde der Himmelsräume, selbst von den grössten Teleskopen sehr beträchtlich überschritten werden. Hier stehen wir an der Grenze des menschlichen Forschens; hier ist das Ufer, von wo aus man vergebens die Nebel zu durchdringen sucht, welche über dem Oceane des Seins lagern. Wenn Humboldt die Nebelflecke die ältesten Zeugnisse vom Dasein der Materie nannte, so darf dieser Ausspruch gegenwärtig nicht mehr in dieser Gestalt angeführt werden. Das älteste Zeugniss vom Dasein der Materie ist vielmehr die harmonische Gesetzmässigkeit in dem Baue der siderischen Welt, sofern wir diese aus chaotischen Urmassen nach mechanischen Gesetzen entstanden denken müssen.

Die Resultate der spectralanalytischen Untersuchungen am Fixsternhimmel.

Lange Zeit hindurch war für den Astronomen die von Newton entdeckte und 1675 der Royal Society mitgetheilte Zerlegbarkeit des weissen Lichts in verschiedene Farbstrahlen, mehr störend als förderlich; war doch durch diese Eigenschaft des Lichtes zugleich auch bei Construction von Fernröhren jeder Apparat mit einem Mangel behaftet, der erst nach unendlichen Mühen durch die Construction von achromatischen Linsen gehoben werden konnte; nicht der Gelehrte allein, auch der Techniker musste dabei helfen durch Mischen der richtigen Glassorten, und die Aufgabe wurde gelöst; man benutzte von da an beim astronomischen Studium achromatische Apparate.

Aber Newton's grosse Entdeckung schlummerte fast 200 Jahre hindurch bis sie in kurzer Zeit zu riesiger Entfaltung kam. Auch hier wurde langsam der Weg gebahnt.

Wollaston, der 1802 das Licht durch einen Spalt auf das Prisma fallen liess, mehr noch Fraunhofer, der mit genaueren Apparaten und unter Anwendung des Fernrohrs, das Spectrum beobachtete, legten den Grund zu der Spectralanalyse, die jedoch erst durch die Untersuchungen von Kirchhoff und Bunsen 1860 trotz vorausgegangener kleiner Anfänge, ihre, für die Wissenschaften weltgeschichtliche, Bedeutung erlangte.

Nachdem man die wissenschaftliche Beobachtung des Sonnenspectrums begonnen, lag es nahe, auch die übrigen Himmelskörper einer solchen Betrachtung zu unterziehen. Bei der verhältnissmässigen Lichtschwäche, selbst der Sterne erster Grösse, kann natürlich nicht der Spalt des Spectroskops direct auf die Lichtquelle gerichtet und dabei ein scharfes Spectrum mit scharf sichtbaren und der Lage nach anderen vergleichbaren Linien erhalten werden.

Schon Fraunhofer hat in seiner ersten berühmten Abhandlung *), in welcher er die Entdeckung der nach ihm benannten Linien im Sonnenspectrum erwähnt, auch der Spectren anderer Himmelskörper gedacht. Er schon verbreiterte das Linienspectrum eines Sterns durch Anwendung einer Cylinderlinse zu einem Bande, in welchem die Linien erkennbar sind. „Dieselbe Vorrichtung habe ich dazu angewendet, zur Nachtzeit unmittelbar nach der Venus zu sehen, ohne das Licht durch eine kleine Oeffnung einfallen zu lassen, und ich fand auch im Farbenbilde von diesem Lichte die Linien, wie sie im Sonnenlichte gesehen werden.“ Nachdem der geistreiche Forscher noch entwickelt, dass und warum das Licht der Venus „von einerlei Natur mit dem Sonnenlichte sei“, fährt er fort:

„Ich habe auch mit derselben Vorrichtung Versuche mit dem Lichte einiger Fixsterne erster Grösse gemacht. Da aber das Licht dieser Sterne noch vielmal schwächer ist, als das der Venus, so ist natürlich auch die Helligkeit des Farbenbildes vielmal geringer. Demohngeachtet habe ich ohne Täuschung im Farbenbilde vom Lichte des Sirius drei breite Streifen gesehen, die mit jenen vom Sonnenlichte keine Aehnlichkeit zu haben scheinen; einer dieser Streifen ist im Grünen, und zwei im Blauen. Auch im Farbenbilde vom Lichte anderer Fixsterne erster Grösse erkennt man Streifen; doch scheinen diese Sterne, in Beziehung auf die Streifen, unter sich verschieden zu sein. Da das Objectiv, das an dem Theodolithfernrohre ist, nur 13 Linien Oeffnung hat, so ist klar, dass diese Versuche noch mit vielmal grösserer Vollkommenheit gemacht werden können. Ich werde sie mit zweckmässigen Veränderungen und mit einem grössern Objective noch einige Male wiederholen, um vielleicht einem geübten Naturforscher zur Fortsetzung dieser Versuche Veranlassung zu geben; was um so mehr zu wünschen wäre, da sie zugleich zur genauesten Vergleichung der Brechbarkeit des Lichtes der Fixsterne mit der des Lichtes der Sonne dienen.“

In einer spätern Abhandlung (1823 **) zeigen sich schon wesentliche Fortschritte, die Fraunhofer in der spectroskopischen Untersuchung der Fixsterne gemacht. „Im Spectrum vom Lichte des Sirius vermochte ich nicht in dem Orange und in der gelben Farbe fixe Linien wahrzunehmen. Im Grünen dagegen ist ein sehr starker Streifen zu erkennen, und zwei andere ungemein starke Streifen sind im Blauen, die keiner der Linien vom Planetenlichte ähnlich zu sein scheinen; wir haben ihren Ort mit dem Mikrometer bestimmt. Castor giebt ein Spectrum, welches dem des Sirius gleicht; der Streifen im Grünen hat, des schwachen Lichtes ungeachtet, Intensität genug, dass ich ihn messen konnte und ich fand ihn genau an demselben Orte wie beim Sirius. Die Streifen im Blauen konnte ich zwar erkennen, doch war das Licht nicht stark genug, um

---

*) Denkschriften d. k. Akad. d. Wissenschaft. München. V. 1814/15, S. 193.
**) Gilbert, Ann. Bd. 74. p. 378.

ihren Ort zu bestimmen. Im Spectrum von Pollux erkannte ich viele aber schwache fixe Linien, welche wie die der Venus aussehen. Ich sah die Linie D sehr gut; sie ist genau an dem Orte wie bei Planetenlicht. Capella gibt ein Spectrum, in welchem sich an den Orten D und b dieselben fixen Linien zeigen als in dem aus Sonnenlicht. Das Spectrum von Beteigeuze enthält zahlreiche fixe Linien, die bei guter Luft scharf begrenzt sind, und wenn es gleich beim ersten Anblick keine Aehnlichkeit mit dem Spectrum der Venus zu haben scheint, so finden sich doch genau an den Orten, wo bei Sonnenlicht D und b sind, auch in dem Spectrum dieses Fixsterns ähnliche Linien. Im Spectrum von Procyon erkennt man mit Mühe einige Linien und nicht so deutlich, dass man mit Sicherheit ihren Ort bestimmen könnte. Ich glaube im Orange an dem Ort D eine Linie gesehen zu haben."

Alle diese Beobachtungen Fraunhofer's haben sich später vollständig bestätigt, während die von Donati *), nach ihm der erste, der auch die Fixsterne spectroskopisch untersuchte, sich als unvollständig und unzuverlässig erwiesen.

Der zeitliche Zwischenraum zwischen beiden Forschern zeigt aber am deutlichsten, wie lange die von Fraunhofer gegebene Anregung schlummerte, wie sie nahezu vergessen war. Mancher war im Begriffe, den abgerissenen Faden wieder aufzunehmen und weiter zu spinnen, aber die richtige Folge: Thatsache auf Thatsache zu setzen und daraus einen Lehrsatz um den andern abzuleiten, unterblieb.

Als Kirchhoff und Bunsen ihre spectralanalytischen Arbeiten veröffentlichten, war die Bahn gebrochen und nur noch die Aufgabe geblieben, die als richtig erkannten Sätze anzuwenden auf die Beobachtung auch anderer als irdischer Lichtquellen und der Sonne, also wie Fraunhofer schon gethan, auf Beobachtung des Fixsternhimmels.

Freilich konnte Fraunhofer noch keine Ahnung davon haben, dass die von ihm erkannten, benannten und gemessenen Linien im Spectrum, dereinst Anwendung finden würden, um Schlüsse darauf zu bauen in Bezug auf den Chemismus der Körper, welche das Spectrallicht aussenden; für ihn, und mit wenigen Ausnahmen auch für seine Nachfolger bis auf die Heidelberger, konnten diese Spectrallinien nur physikalische Bedeutung haben und in diesem Sinne ausgebeutet werden.

Aber riesig waren dann auch, nachdem die Anregung gegeben, in einem Jahrzehnt die Fortschritte, welche die Chemie der Fixsterne und verwandter Himmelskörper gemacht. Die Instrumente verfeinerten sich zu einer bewunderungswürdigen Schärfe, und doch wäre es Vermessenheit, sie nun gegenwärtig für unverbesserlich zu halten. Fraunhofer betrachtete die Spectren von Sternen erster und zweiter Grösse; jetzt können nicht nur solche von sechster bis achter Grösse analysirt werden,

*) Ann. del Mus. Fiorent. 1862.

auch die schwachen Nebelflecken, die hellern Kometenschweife und andere schwache Lichtquellen sind nicht mehr zu lichtschwach, um spectralanalytische Resultate zu liefern.

Es muss England nachgerühmt werden, dass durch einige seiner Forscher die Spectralanalyse der Fixsterne am meisten gefördert wurde; nach ihnen hat sich Pater Secchi in Rom besonderes Verdienst um diese Wissenschaft erworben. Von Frankreich ist wenig, von Deutschland noch weniger für den Ausbau dieses „Seitenflügels“ des spectralanalytischen Gebäudes geschehen, zu welchem von deutscher Gelehrsamkeit der Grundstein gelegt worden.

In der That sind selbst die materiellen Schwierigkeiten, welche sich einer exacten spectroskopischen Fixsternbeobachtung entgegenstellen, nicht leicht zu überwinden. Es muss das Sternenlicht mit einem grossen Reflector oder Refractor gesammelt werden; dies erfordert aber wieder complicirte Maschinen, welche das Rohr in der Art bewegen, dass es auch den ständigen Bewegungen des Sternes folgen kann. Durch unser Linsensystem erhalten wir dann einen Lichtpunkt als Bild des Sterns und dieses wird sich um so mehr einem mathematischen Punkt nähern, je sorgfältiger und genauer das Teleskop gearbeitet ist. Fällt aber das Licht dieses Punktes durch ein Prisma, so wird es zwar zu einem Spectrum zerlegt, aber es ist eine Linie und querliegende Absorptionslinien sind nicht wahrnehmbar. Es muss also zuerst der Punkt durch eine Cylinderlinse in eine Lichtlinie verwandelt werden. Diese wird dann durch ein Prisma oder ein System von Prismen in das Spectrum zerlegt und dessen einzelne Theile werden um so weiter auseinanderrücken und um so vollkommener von einander sich unterscheiden, je stärker die Brechung im Prismensysteme ist.

Der von Huggins und Miller bei ihren ausgedehnten und classischen Untersuchungen der Fixsternspectren benutzte Apparat, vereinigt in sich alles, was Mechanik und Optik zur Vervollkommnung desselben darbieten konnten. Nichts ist gespart und jede Verbesserung, die überhaupt nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft denkbar war, ist dabei angebracht worden. Der Refractor hat eine achtzöllige Oeffnung und 10 Fuss Brennweite. Im Focus befindet sich der Schlitz; vorher aber passirt der Strahl eine Cylinderlinse und dann hinter dem Schlitz einen achromatischen Collimator, bevor er durch eine Combination von zwei Prismensystemen zum Directsehen und drei einzelnen Flintglasprismen in ein Spectrum zerlegt wird. Die einzelnen Theile desselben werden dann mit einem kleinen Fernrohr betrachtet; es ist durch eine Mikrometerschraube drehbar und deren Umdrehungen geben zugleich den Maassstab für die Entfernungen der Spectrallinien. Dabei ist Vorsorge getroffen, diese mit solchen irdischer Stoffe, also zwei neben einander liegende Spectren vergleichen zu können.

Dagegen ist Secchi's Apparat möglichst einfach gehalten und doch so wirkungsvoll, dass er nicht nur die Spectren aller mit unbewaffnetem

Auge sichtbaren Sterne zeigt, sondern selbst die einiger teleskopischen Sterne. Die optische Combination besteht aus einem Amici'schen Prisma zum Directsehen verbunden mit einer Cylinderlinse. Diese Combination erlaubt das volle Licht des Sterns zu untersuchen, ohne dass es vermindert wird durch einen Schlitz und verschiedene Prismenflächen, durch welche das Licht passiren muss. Das Bild des Sterns findet sich bei diesem System im Focus als leuchtende Linie von weisser Farbe ohne Prisma, mit diesem aber als eine Reihe von leuchtenden Linien, welche nach ihrer Brechbarkeit geordnet sind. Die schwarzen Zwischenlinien oder Banden entsprechen dann der Discontinuität des Lichts. Die relative Lage der Linien kann mit einem Schraubenmikrometer gemessen werden und ihre absolute Lage wird erhalten durch Vergleichung mit gewissen Fundamentalsternen, deren Linien nach ihrer Lichtintensität fixirt sind, entsprechend den chemischen Substanzen bei einem gewöhnlichen Schlitzspectroskop. Die Vergleichung und Messung ist noch leichter gemacht durch eine angebrachte Verbesserung, wodurch das directe Bild des Sterns gleichzeitig mit dem Spectrum gesehen werden kann. Die Ueberlagerung dieses Bildes und einer Spectrallinie in einem Theil des teleskopischen Sehfeldes kann ganz sicher eingestellt werden und garantirt auch sichere Resultate. Noch verbessert wurde der Apparat durch eine Cylinderlinse als Ocular.

Es wurde schon bemerkt, dass nach Fraunhofer die Linien D und b in Capella und Beteigeuze vorkommen, in Pollux die D-Linie. Wir wissen jetzt, dass durch letztere Natrium in den Atmosphären der drei Sterne, durch b das Magnesium in denen der beiden ersteren angezeigt sind. Dass aber in einer kurzen, durch irdische atmosphärische Störungen und Hindernisse noch mehr verkürzten Zeit von zehn Jahren, nur eine verhältnissmässig geringe Anzahl von Fixsternen auf die chemischen Bestandtheile ihrer Atmosphären untersucht sein können und noch keiner so vollständig wie die Sonne, ist bei der verhältnissmässig viel geringern Lichtintensität der Fixsterne einleuchtend. Immerhin aber ist der thatsächliche Beweis, dass die einfachen Körper unserer Erde auf der Mehrzahl der Sterne sich wiederfinden, ein Beleg für das grosse Princip der Gleichheit der materiellen Theile in der ganzen Welt.

Wenn Angström und Thalén im Sonnenspectrum über 460 Eisenlinien, sowie wenigstens 30 Manganlinien direct nachgewiesen und verglichen haben, so darf man nicht erwarten, dass alle diese Linien auch in den Spectren derjenigen Fixsterne sich auffinden lassen, die einzelne derselben zeigen; die Linien sind zum Theil viel zu schwach, um bei der Lichtarmuth der meisten Spectren alle gesehen oder wenigstens so gesehen zu werden, dass ihre Lage gemessen und ihre Coincidenz bestimmt werden kann. Wir müssen uns meist mit den hellsten derselben begnügen und der Zukunft weitere Forschungen überlassen.

Aber schon jetzt sind die Resultate der chemischen Forschungen in der Fixsternwelt nicht unbeträchtlich und sind es namentlich die beiden

unermüdlichen englischen Forscher Huggins und Miller *), welche die Ersten waren, die nicht nur die Spectren einiger Fixsterne genau untersuchten und beschrieben, sondern auch dieselben in der Art chartographisch darstellten, wie Kirchhoff das Sonnenspectrum.

Ihre Resultate lassen sich in der Kürze folgendermaassen zusammenfassen:

Aldebaran (α Tauri) hat ein schwach rothes Licht; im Spectrum zeigen sich zahlreiche starke Linien, besonders im Orange, Grün und Blau. Etwa 70 derselben haben die Beobachter gemessen, andere Linien, besonders im Blau, die sichtbar waren, konnten jedoch der Lichtschwäche wegen nicht gemessen werden. Von 16 Elementen, deren Lichtlinien man im Spectrum vermuthen konnte, wurden diese mit den dunkeln Absorptionslinien des Sternspectrums verglichen; von neun Elementen coincidirten die Linien und zwar

1. Natrium mit der Doppellinie D bei Aldebaran.
2. Magnesium mit den drei Linien bei b.
3. Wasserstoff ist mit den zwei Linien C und F des Sonnenspectrums auch stark im Aldebaranspectrum sichtbar.
4. Calcium mit vier Linien.
5. Von den sehr zahlreichen aber schwachen Eisenlinien wurden deutlich vier erkannt.
6. Wismuth mit 4 Linien (fehlt in der Sonnenatmosphäre).
7. Tellur mit vier Linien scheint ein besonders wichtiges Absorptionselement in der Atmosphäre des Aldebaran.
8. Antimon mit drei Linien.
9. Quecksilber correspondirt in seinen vier glänzendsten Spectrallinien mit vier Linien im Sternspectrum.

Dabei ist selbstverständlich nicht ausgeschlossen, dass nicht auch andere Spectrallinien der genannten Elemente mit Sternlinien zusammenfallen. Die Beobachter aber begnügten sich mit einer kleineren Zahl, weil die Untersuchungen wegen der Lichtschwäche die Augen sehr angreifen. Keine Linien im Aldebaranspectrum wurden gefunden, die mit denen von Stickstoff, Kobalt, Zinn, Blei, Cadmium, Lithium und Barium zusammenfallen.

α Orion (Beteigeuze) hat ein entschieden orangefarbenes Licht. Kein Stern, den bis dahin die englischen Forscher untersucht hatten, zeigte ein merkwürdigeres und complicirteres Spectrum. Besonders im Roth, Grün und Blau sind starke und zahlreiche Linien sichtbar, von welchen in den helleren Theilen des Spectrums etwa 80 gemessen wurden; zwischen denselben treten schattenartig Banden von feinen Linien auf, von welchen vier zwischen C und F stärker, zwei schwächer sind.

---

*) Phil. Mag. [4] 31, p. 419.

Auch hier wurden die Spectren von 16 Elementen verglichen mit dem Spectrum von α Orionis und es coincidirten:

1. Natrium mit zwei Linien, die aber hier schwächer als bei Aldebaran sind.

2. Magnesium mit den drei Linien *b*.

3. Calcium mit vier Linien.

4. Eisen mit vier Linien, eine bei *E* und drei glänzende andere, die brechbarer sind.

5. Wismuth mit vier Linien.

Die Linien von Wasserstoff, Stickstoff, Zinn, Blei, Gold, Cadmium, Silber, Quecksilber, Barium und Lithium wurden verglichen, aber keine coincidirend gefunden.

Bei β Pegasi ist das Licht schön gelb; das Spectrum kommt in der allgemeinen Anordnung der Liniengruppen, der Abstufung in der Stärke der Linien welche die Gruppen bilden, und in der Abwesenheit der Wasserstofflinien im Roth und Grün (*C* und *F* von Fraunhofer) mit dem Spectrum von α Orionis überein, doch ist dieses weit lichtstärker.

Nur 20 Linien des Sternspectrums wurden genauer beobachtet und gemessen, obgleich die Anzahl derselben sehr gross ist. Aber der ungünstige Zustand der Atmosphäre und die Schwierigkeit, die Linien mit Genauigkeit zu sehen, verhinderte bei den meisten, ihre Stelle genau zu fixiren. Von neun Elementen wurden die Spectren damit verglichen, aber nur sicher wie bei Aldebaran coincidirend gefunden:

1. Natrium mit zwei Linien.

2. Magnesium mit drei, vielleicht auch Barium.

Bei Eisen, Barium und Mangan verhinderte der Zustand der Atmosphäre genaue Vergleiche. Nicht coincidirten die Linien von Zinn, Quecksilber, Stickstoff und Wasserstoff.

Der Mangel von Wasserstoff bei den beiden letztgenannten Sternen muss um so mehr auffallen, als dieses Element auf einer grossen Anzahl von Fixsternen eine sehr wesentliche und wichtige Rolle spielt. Wir finden den Wasserstoff nicht nur als absorbirenden Bestandtheil vieler Sternatmosphären, besonders bei denen, welche weisses Licht ausstrahlen, sondern auch mehrfach als selbstleuchtendes Medium, also in glühendem Zustande. Nur bei einer kleinen Anzahl von Sternen konnte Wasserstoff gar nicht nachgewiesen werden, und schliessen sich in dieser Beziehung den beiden genannten Sternen besonders die Veränderlichen an.

Aber die Anzahl der Absorptionslinien in den Spectren dieser Sterne sind ausserordentlich viel grösser, als die Anzahl derjenigen, welche mit denjenigen irdischer Stoffe zusammenfallend erkannt wurden. Woher die übrigen Linien stammen, kann nicht zweifelhaft sein, wenn man bedenkt, dass bei weitem der kleinste Theil der Linien irdischer Elemente verglichen werden konnten, auch ist anzunehmen, dass einige dieser Sternlinien von

der Erde fremden Elementen herrühren und dass zahlreiche Verbindungen derselben den Sternspectren einen besondern Charakter aufprägen.

Wenn aber in diesen und anderen Sternspectren unzweifelhaft Metalllinien gefunden werden, so sind wir auch genöthigt, eine ausserordentlich hohe Temperatur auf diesen Himmelskörpern anzunehmen, indem andernfalls deren Atmosphären keine Metalldämpfe enthalten könnten. Damit muss aber auch wieder die Hypothese fallen, wonach die orange und rothe Farbe von Aldebaran und α Orionis von einem geringern Glühzustand der Photosphäre dieser Sterne, verglichen mit anderen, welche weisses Licht haben, herrühre.

Sirius mit seinem glänzend weissen Lichte ist schwieriger zu untersuchen wegen seiner ungünstig niedern Stellung, wodurch die erdatmosphärischen Störungen sehr bedeutend werden. Doch zeigte das Spectrum die Anwesenheit von Wasserstoff, Natrium, Magnesium und wahrscheinlich auch Eisen.

Auch bei α Lyrae mit demselben weissen Lichte wie Sirius, treten im Spectrum die zwei Wasserstofflinien C und F deutlich auf, ausserdem auch wieder Natrium und Magnesium.

Ausser den genannten Sternen wurden von den beiden englischen Forschern eine grosse Anzahl von anderen Sternen spectroskopisch untersucht; unter diesen sind die wichtigsten: Capella, Wega, Arctur, Pollux, Castor, α Schwan, Procyon, α, β, γ Andromeda, Rigel, Spica, α Adler, Cor Caroli, Regulus u. s. w. Das allgemeine Ergebniss dieser Beobachtungen war, dass die Sterne nach demselben Grundprincip gebildet sind, wie unsere Sonne, dass aber jeder in der Zusammensetzung vom andern abweicht. Doch ist jeder Stern aus Materie gebildet, welche wenigstens theilweise mit der unserer Erde übereinstimmt.

Die berührte Verschiedenheit der Farbe bei den Sternen, ist schon in den frühesten Zeiten beobachtet worden, und in den Ländern mit klarerer und reinerer Atmosphäre fällt der Unterschied in der Farbe des Sternenlichts noch mehr auf. Sestini und Andere wollten diese Verschiedenheiten erklären durch Verschiedenheit der Wellenlängen bei den von Sternen ausgesandten Strahlen, aber das ist keine Erklärung der Erscheinung, diese wird nur umgesetzt in physikalische Begriffe. Es ist klar, dass nur die Spectralanalyse hier einen sichern Anhaltspunkt gewähren kann.

Schon Brewster bemerkte auf seine Untersuchungen der Spectren hin, dass kein Zweifel darüber sein könne, dass dem Spectrum jedes gefärbten Sternes gewisse Strahlen fehlen, welche im Sonnenspectrum vorhanden sind. „Doch haben wir keinen Grund zu glauben, dass diese fehlenden Strahlen von irgend einer Atmosphäre absorbirt werden, durch welche sie gehen.“ Als Beispiel führt er den orangefarbenen Stern des Binarsystems ζ Herkulis an, in dessen Spectrum mehrere Banden fehlen. Er beobachtete mit H[illegible] grossen achromatischen Refractors, an welchem er ein Stei[illegible] on grösstmöglichem Brechungswinkel

anbrachte. „Es zeigte sich ein dunkles Band im Roth, und zwei oder mehr im Blau. Daher war die Farbe orange, weil mehr von den blauen als von den rothen Strahlen fehlte.“

Die raschen Erfolge der Spectralanalyse haben es aber als unzweifelhaft erwiesen, dass die meisten der Fixsterne wie die Sonne aus fester oder flüssiger Substanz bestehen, die sich im höchsten Zustande des Glühens befindet. Solche Massen erzeugen aber ein continuirliches Spectrum, senden also Lichtstrahlen von jeder Art Brechbarkeit aus, ohne dass ein Zwischenglied fehlt. Auf die chemische Natur der glühenden festen oder flüssigen Masse kommt es dabei nicht an, und so ist anzunehmen, dass die Sterne wie die Sonne ursprünglich dasselbe weisse Licht aussenden.

Die Verschiedenheit des Lichts ist also in den lichtabsorbirenden Atmosphären der Himmelskörper zu suchen, welche von den Strahlen passirt werden müssen, ehe sie zur Erde gelangen. Die chemische Constitution der Atmosphäre jedes Sternes, ist abhängig von dessen eigener Constitution; jeder aber, das haben bis jetzt die Beobachtungen gezeigt, unterscheidet sich in seinen chemischen Bestandtheilen von der Sonne und von anderen Sternen. Bei jedem also wird auch durch seine Atmosphäre eine gewisse Anzahl von Lichtstrahlen, die ursprünglich ausgesendet wurden, absorbirt werden und zwar gerade diejenigen, welche ausgestrahlt würden, wenn diese Atmosphäre glühend wäre. Durch die Absorption entstehen dunkle Linien im Spectrum, und je mehr diese in einem Theile desselben vorherrschen, um so mehr wird die betreffende Farbe zurücktreten, während die Farben von anderer Brechbarkeit vorherrschen.

Einige Beispiele werden das Gesagte erläutern. α Orionis hat eine Orangefarbe. In seinem Spectrum sind die grünen und blauen Theile verhältnissmässig dunkel durch die zahlreichen und dichten Gruppen dunkler Linien, welche durch die Absorption bestimmter, aber zahlreicher Lichtstrahlen hervorgebracht werden. Die Strahlen von der Brechbarkeit des Orange sind weniger zahlreich absorbirt worden, hier also ist auch das Spectrum weniger mit Linien und Banden durchfurcht und dadurch ist auch die Farbe des Sternenlichts bedingt. Ganz ähnlich, nur schwächer, ist das Licht und Spectrum von β Pegasi. Beiden fehlt der Wasserstoff.

Aldebaran hat eine rothe Farbe. In seinem Spectrum zeigen sich mit Ausnahme der Wasserstofflinie C nur wenige andere Absorptionslinien im Roth, während im Orange zahlreiche dunkle Linien auftreten; im Grün und Blau sind sie weniger häufig.

Sirius dagegen hat ein glänzend weisses Licht. In der That zeigt, wie schon bemerkt, sein Spectrum eine nur von fünf starken Linien unterbrochene Helligkeit, während die zahlreichen übrigen vorher bei anderen Sternen erwähnten Linien und Banden, fehlen. Denn wenn auch ausser den fünf starken noch zahlreiche andere Linien das Spectrum des Sirius kreuzen, so sind diese doch so fein und schwach, dass sie nicht mit denen in den Spectren von α Orionis, Aldebaran u. s. w. verglichen werden können. Offenbar ist bei diesen die Atmosphäre dichter und höher, so

dass die Strahlen, die durchpassiren, eine stärkere Absorption erleiden, als dies bei Sirius der Fall ist, dessen Atmosphäre, nach wenigstens drei der stärkeren Absorptionslinien zu schliessen, hauptsächlich aus Wasserstoff besteht. Auch kann dessen starke Lichtentwickelung zu der Annahme führen, dass seine Dampfatmosphäre selbst hochglühend ist, und dass dann auch ein Theil des durch Absorption verlorenen Lichts wieder ersetzt werde durch die atmosphärische Ausstrahlung.

Arago*) bemerkt, dass unter den 60- bis 80 000 isolirten Sternen, deren Stellung in den Catalogen der Astronomen eingetragen sei, keine mit einer andern Bemerkung in Bezug auf die Farbe notirt seien, als mit Weiss, Roth und Gelb. In der That sind entschieden grüne, blaue und violette Sterne so klein und stehen anderen glänzenderen Sternen so nahe, dass nur mit grosser Schwierigkeit getrennte Spectren beider Sterne zu erhalten sind, die mit einander verglichen werden können. Dabei ist es nothwendig, die Bewegungen des Teleskops so einzurichten, dass die Spectren der beiden Doppelsterne rechtwinklig zu der Linie stehen, welche sie verbindet, indem andernfalls die beiden Spectren nicht parallel neben einander liegen, sondern sich theilweise überlagern und so die deutlichen Unterschiede verschwinden.

Auch hier haben Huggins und Miller**) die werthvollsten Untersuchungen angestellt.

Der orangegelbe hellere Stern im Doppelstern ζ Herkulis zeigt im gelben und orangen Theil des Spectrums die grösste Helligkeit, während in anderen Theilen, besonders im Blau und Violett, starke Absorptionslinien und Banden auftreten; auch im Roth zeigen sich drei oder vier starke rothe Linien, so dass als Hauptfarbe des Sterns orangegelb übrig bleibt.

Der Doppelstern β Cygni besteht aus einem gelbrothen Sterne A und einem blauen Sterne B. Ihre Spectren waren aber sehr schwach, besonders von B, so dass die Linien darin kaum gesehen und nur zum kleinsten Theil gemessen werden konnten. Immerhin waren die Verschiedenheiten auffallend und deutlich genug. Im Spectrum von A zeigen sich einige starke Absorptionslinien ziemlich gleichmässig über das Spectrum vertheilt; unter ihnen konnte eine als mit D (Natrium), die andere mit b (Magnesium) des Sonnenspectrums coincidirend gemessen werden. Die geringste Anzahl stärkerer Linien findet sich im Gelb und Orange, zahlreichere dagegen im Blau und Violett, sowie einige im Roth, es muss also die Farbe dieses Sternlichtes orange sein. Das von B erscheint dagegen blau, oder unter gewissen Verhältnissen unserer irdischen Atmosphäre grünlichblau, grün und selbst grünlichweiss. Diese Verschiedenheiten beruhen wohl auf der verschieden starken Absorption der stärker brechbaren Strahlen in unserer Atmosphäre, wodurch die weniger absorbirten Theile mehr und mehr vorherrschen und überwiegen.

*) Sämmtl. Werke deutsche Ausgabe 11. Bd. S. 398.
**) Phil. Mag. [4] Vol. 31, p. 517.

Huggins und Miller betrachteten das Spectrum von *B*, als dieser Stern blau erschien. Auffallend dabei war die ausserordentliche Schwäche des orangen und gelben Theils verglichen mit dem übrigen Spectrum. Die verminderte Helligkeit im Gelb wird hervorgebracht durch einige Gruppen sehr dicht gelagerter Absorptionslinien, während in dem stärker brechbaren Theil des Spectrums nur wenige starke Linien in grosser Entfernung von einander gesehen wurden.

In derselben Art haben die beiden englischen Forscher die Componenten von α Herculis untersucht. Das Spectrum von *A* ist bemerkenswerth durch die grosse Stärke der Liniengruppen im Grün, Blau und Violett, während schwächere Banden im Gelb und Orange, sowie zwei starke im Roth sichtbar sind. Die Lage dieser Absorptionsbanden stimmt also mit der Orangefarbe, die im Licht dieses Sterns entschieden vorherrscht. *B* dagegen hat ein bläulichgrünes Licht; die brechbareren Theile seines Spectrums sind sehr hell, weil stärkere Absorptionsbanden fehlen; gelb und orange sind dagegen durch verschiedene Liniengruppen ausgezeichnet.

Auch die beiden farbigen Sterne ν Bootis geben verschiedene Spectren, was zugleich beweist, dass diese Farbenverschiedenheit nicht durch einen subjectiven Contrast hervorgebracht wird.

Stoney*) erklärt das verschiedene spectroskopische Verhalten der Sterne als Folge der Verschiedenheit ihrer Gravitation. Ist auf einem Sterne die Gravitation geringer als auf der Sonne, sei es weil seine Masse geringer ist, oder weil er durch Hitze so ausgedehnt ist, dass die äusseren Theile vom Centrum weiter entfernt sind, so wird seine Atmosphäre auch Bestandtheile enthalten, die nicht mehr in der Sonnenatmosphäre vorhanden sein können. So findet sich Quecksilber, Antimon, Tellur und Wismuth auf Aldebaran, während ihre Dampfdichte zu gross ist, als dass sich diese Körper in der Sonnenatmosphäre vorfinden könnten. Die Sterne dagegen, welche grösser sind als die Sonne oder in ihren inneren Theilen weniger heiss sind, schlagen aus der Atmosphäre die Gase mit grösserer Kraft nieder und bilden dann die Classe der weissen Sterne, von welchen Sirius und Wega Beispiele sind. Die Substanzen, welche bei dem Sonnenspectrum zahlreiche dunkle Linien erzeugen, rufen bei diesen Sternen nur schwache Linien hervor. Der Wasserstoff aber, bei einem ausserordentlich geringen Moleculargewichte, kann auf keinem Sterne verdichtet werden und muss immer in der Atmosphäre desselben enthalten sein; seine Gegenwart wird also immer an den entsprechenden Absorptionslinien zu erkennen sein, oder an Lichtlinien an derselben Stelle, wenn der Wasserstoff glühend ist.

Es wurde schon darauf hingewiesen, dass wenige Sterne, von welchen α Orionis und β Pegasi als Repräsentanten gelten können, in ihrem Spectrum sicher keine Wasserstofflinien zeigen; es muss also auch ange-

---

*) Proceed. R. Soc. London Vol. 16, p. 31.

nommen werden, dass dieses Element in der Atmosphäre dieser Sterne vollkommen fehlt. Dann kann aber auch ihre Photosphäre selbst keinen Wasserstoff enthalten.

Besonders im Beginne spectralanalytischer Untersuchungen der Himmelskörper, war es ein gewöhnlicher Einwurf der nicht seltenen Gegner der neuen Untersuchungsmethode, dass die Spectren der Sterne nicht nur durch die absorbirende Wirkung der Erdatmosphäre modificirt, sondern alle besonderen Erscheinungen derselben nur durch diesen Einfluss hervorgerufen würden. Sie bedachten nicht, dass dann alle Himmelskörper unter denselben Umständen dasselbe Spectrum zeigen müssten, weil ihr Licht dieselbe Erdatmosphäre durcheilt.

Immerhin war gleich anfangs eine besondere Wichtigkeit der Untersuchung beizulegen, ob die Erdatmosphäre auch Absorptionsstreifen hervorbringen könne und welche.

Schon Brewster*) hatte 1833, also lange bevor die Spectroskopie durch Kirchhoff's und Bunsen's Arbeiten ihre eminente wissenschaftliche Wichtigkeit erlangte, im Sonnenspectrum tellurische Linien nachgewiesen, die besonders deutlich hervortreten, wenn die Sonne am Horizont steht, während sie fast oder ganz verschwinden beim Stande der Sonne im Zenith oder in der Nähe des Meridians. Er glaubte selbst alle Linien im Sonnenspectrum auf diese Weise erklären zu können, doch zeigten die Versuche, die er mit Gladstone unternahm**), dass kein genügendes Resultat dadurch zu erzielen war, die Linien im Sonnenspectrum durch, auf grosse Entfernung hin spectroskopisch analysirtes künstliches Licht zu erzeugen. Kirchhoff veröffentlichte bald darauf seine classischen Untersuchungen über das Spectrum der Sonne und die chemische Constitution der Photosphäre.

Die Untersuchungen über die tellurischen Linien beschäftigten darauf besonders Secchi und Janssen. Ersterer bestätigte Brewster's Beobachtungen und auch Letzterer liess seinen anfänglichen Widerspruch fallen, besonders, nachdem er durch Untersuchungen auf dem Faulhorn, und dann am Genfer See die absorbirende Wirkung des Wasserdampfes auf das Spectrum bestätigt gefunden hatte. Auch durch den directen Versuch mit Hülfe einer 37 Meter langen Röhre, die mit Wasserdampf gefüllt war, bestätigte Janssen die Uebereinstimmung von Wasserdampflinien mit solchen im Sonnenspectrum. Zuerst wies er durch verbesserte Instrumente nach, dass Brewster's Spectralbanden aus einer grossen Anzahl feiner Linien bestehen, die mit den eigentlichen Sonnenspectrallinien zu vergleichen sind. Sie fanden sich im Spectrum constant, aber ihre Stärke wechselt je nach der Stellung der Sonne, also auch nach der Dicke der Erdatmosphäre, welche von den Strahlen durchlaufen wird. Mit der Erhebung über die Thalsohle (auf dem Faulhorn) werden auch die tellurischen

---

*) Phil. Mag. [3.] VIII, 384.
**) Phil. Trans. 1860, p. 149.

Linien schwächer. Diese treten besonders in den schwächer brechbaren Theilen des Spectrums auf, wenigstens zeigt dieses im Roth bis Gelb ein System von tellurischen Linien, die wenigstens zehnmal so zahlreich sind, als die Sonnenlinien dieser Gegend, während diese im Grün, Blau und Violett vorherrschen. Es wirkt also die Atmosphäre der Erde mit niederer Temperatur besonders auf die Strahlen mit grosser Wellenlänge, die Sonnenatmosphäre mit hoher Temperatur dagegen mehr auf die mit kurzer Wellenlänge absorbirend.

Auch Cooke *) hat mit seinem grossen Apparat von 9 Flintglasprismen den Raum zwischen den beiden D-Linien, der bei einem gewöhnlichen Spectroskop kaum zu messen ist, so vergrössert, dass er mit Erfolg Beobachtungen bei verschiedenen Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen anstellen konnte. Er fand zwischen D_1 und D_2.

	1866 Jan. 5.	1865 Dec. 25.	1865 Dec. 26.	1865 Nov. 17.
Temperatur . . .	— 12,22°	+ 7,77°	+ 12,77°	+ 21,11°
Thaupunkt . . .	— 16,94°	+ 0,78°	+ 7,77°	+ 17,78°
Spectrallinien . .	1	2	6	16
Grains Wasser in 1 Cubf. Luft	0,81	2,42	3,76	6,57

Die Uebersicht zeigt, dass der Feuchtigkeitsgehalt mit der Lufttemperatur steigt und dabei auch die Anzahl der Spectrallinien wächst. Das Mehr derselben ist also auf Rechnung der Erdatmosphäre zu schreiben.

Secchi's Untersuchungen ergänzen ebenfalls die Beobachtungen Janssen's. Auch danach waren die tellurischen Linien deutlicher und zahlreicher bei feuchtem Winde, als bei trocknem. Angström **) benutzte 1864 die Winterkälte Upsalas (— 27° C.), bei sehr trockner Luft, um Janssen's Beobachtungen zu controliren. Nach diesem bringt der Wasserdampf zwischen A und D fünf dunkle Streifen hervor, darunter die Gruppe A und einen grossen Theil der Gruppe B. Auch nach der ausgezeichneten Karte von Kirchhoff zeigt die ganze Gegend zwischen A und B keine mit Metalllinien coincidirenden Sonnenlinien. Bei der erwähnten grossen Kälte waren die tellurischen Linien bei D, C und a, sowie diejenigen, welche zwischen a und B liegen, fast völlig verschwunden, während die Gruppe A und B und eine dritte zwischen B und C fast in der Mitte und die von Brewster mit C_1 bezeichnete sehr stark waren. Sie zeigen alle dasselbe Aussehen; jede besteht aus einer sehr starken und einer Reihe feiner Linien, die gleichweit von einander stehen. Angström vermuthete, dass sie von Kohlensäure herrühren; doch konnte Huggins im Spectrum von kohlensäurefreier Luft keinen

*) Phil. Mag. [4] Vol. 31, p. 337.
**) Compt. rend. T. 63, p. 647.

Unterschied sehen von demjenigen gewöhnlicher Luft. Wird dieser weitere Kohlensäure zugesetzt, so zeigen sich einige hervorragende Linien im Spectrum, sie gehören aber dem Kohlenstoff an und coincidiren mit dem Graphitspectrum. Nur die stärkste und charakteristischste der Linien im Roth sieht er als eine Kohlensäurelinie an.

Unter gewissen Umständen kann in der Zeit einer Beobachtung der Zustand der Atmosphäre sich so ändern, dass er von Einfluss auf die Resultate der spectroskopischen Beobachtung ist. Dies bemerkten Huggins und Miller*) bei *B* des schon erwähnten Doppelsterns β Cygni; wird das Ocular des Teleskops ausserhalb des Focus gerückt, so dass die blauen und rothen Strahlen in einem Brennpunkte inmitten des ausgebreiteten Sternbildes gesammelt werden, so erscheint diese Mitte purpurn und umgeben mit einem grünen Rande. Je nach der Feuchtigkeit der Atmosphäre, oder durch dünne Wolken gesehen, wird der Rand grüner, aber die Mitte erscheint weit stärker afficirt. Bald verschwindet die Farbe fast ganz, dann kehrt sie in Glanz und Helligkeit wieder.

Diese und zahlreiche andere Vorarbeiten waren erforderlich, um feststellen zu können, ob auch auf anderen Himmelskörpern Wasserdampf zu finden sei. So wies namentlich Secchi**) bei α Orionis Wasserdampf nach, da die Linie *D* viel breiter als bei Natrium erscheint und sie ohne Zweifel in derselben Art durch Absorption von Wasserdampf vergrössert wird, wie im Sonnenspectrum bei der Liniengruppe, welche *D* umgibt, wenn die Sonne nahe am Horizonte steht. Aehnliches zeigt sich in den Spectren des Antares, Aldebaran und Pollux. Ueberhaupt fand Janssen***), als er gelegentlich der grossen Sonnenfinsterniss am 18. August 1868 in Indien spectroskopische Untersuchungen anstellte, dass eine Classe von Sternen eine wässerige Atmosphäre besitzen. Sie gehören im Allgemeinen zu den rothen und gelben Sternen und oft fehlen bei ihnen die Wasserstofflinien. Sie zeigen den optisch absorbirenden Charakter des Wasserdampfs so intensiv, dass das Aussehen des Spectrums dadurch stark verändert wird. Um aber die Uebereinstimmung unzweifelhaft zu zeigen, müssen Versuche mit noch längeren Dampfsäulen angestellt werden, als Janssen †) früher gethan.

Schon 1863, als die Anzahl der untersuchten Sterne noch gering war, hatte Secchi dieselben nach der Verschiedenheit ihres ausgestrahlten Lichtes und so auch ihres Spectrums in zwei Classen getheilt, in die weissen und gefärbten; später, 1866, aber hat er erkannt, dass ein dritter Typus unterschieden werden müsse, und diesem schloss sich dann 1868 eine Gruppe sehr kleiner Sterne an, deren Spectrum als vierter Typus von den drei anderen Typen sich unterscheidet.

---

*) Phil. Mag. [4] Vol. 31. p. 518.
**) Compt. rend. T. 64, p. 346. T. 68, p. 358, 959.
***) Compt. rend. T. 68, p. 1546.
†) Ebd. T. 63, p. 196.

In den sehr zahlreichen Abhandlungen Secchi's in den Comptes rendus kommen nicht selten Verwechslungen der Bezeichnung besonders des zweiten und dritten Typus vor; doch sind Irrthümer dadurch vermieden, dass immer dabei ein Beispiel genannt ist. Folgende sind die wichtigeren Sterne, die Secchi untersucht und in die verschiedenen Typen vertheilt hat. Zu bemerken ist noch, dass einzelne wenige Sterne in verschiedenen Abhandlungen verschiedenen Typen zugetheilt worden; wir folgten durchweg den neuesten Angaben.

Erster Typus. Typus der weissen oder blauen Sterne *).

Adler α, ζ, δ.
Andromeda v, μ, α.
Antinous Θ, λ.
Bär, grosser ε, γ, β, η, ζ, Alcor.
Bär, kleiner γ, ζ, η.
Bootes γ, v^2.
Cassiopeia δ, β.
Cepheus α.
Delphin α, β, δ, ζ, ε.
Drache v, ζ, α.
Fisch, südl. α (Fomalhaut).
Fuhrmann β, η, Θ.
Hercules ε, ϱ, γ, o, v, δ.
Hund, grosser α.
Triangel η, γ, β, α.
Wage β.
Walfisch γ, λ, μ, χ.
Hund, kleiner α, β.
Jagdhunde α.
Jungfrau ζ.
Krone, nördl. α, γ, β.
Löwe α.
Leier α, ζ, ε, γ.
Pegasus τ, γ, α, Θ.
Perseus α, τ, t^1, β.
Schlange μ, ε.
Schlangenträger α, v, λ.
Schwan γ, δ.
Steinbock δ.
Stier Θ, δ^2, δ^3, ζ, ξ, β, ι, über g unter den Pleiaden.
Wassermann η, ζ, γ.
Widder γ, β.
Zwillinge α, γ.

Zweigtypus der Oriongegend.

Orion β, γ, δ, ε, ζ, η, $\varkappa$, Θ, λ, φ^1, φ^2.

*) Compt. rend. T. 63, p. 626.

Zweiter Typus. Typus der gelben Sterne mit feinen Linien oder sehr schwachen Banden (Sonnentypus).

Adler ε, μ, β.
Andromeda γ, δ.
Bär, grosser α.
Bär, kleiner α, β.
Bootes α, β, η, ε, ϱ, σ, δ.
Cassiopeia χ, η, ζ, ε, γ (Ausnahme).
Cepheus γ, β.
Delphin γ.
Drache ξ, β, γ, χ, τ, η, Θ, ι.
Eridanus γ, τ, δ, ε.
Fuhrmann α, ε, ζ.
Herkules π, ζ, β, ξ, μ, 80, η, ν.
Krone, nördl. δ.
Leier β, 5.
Pegasus μ, λ, π, η, v.
Perseus γ, δ, ε.
Schlange β.
Schlangenträger ε, δ (Yed).
Schütze τ, π, o.
Schwan ζ, β, α, γ, λ, ε.
Scorpion δ, β.
Steinbock β, α^1, α^2.
Stier α, ζ, ν, δ', ε, o, β.
Triangel δ.
Walfisch β, η, ϑ, τ, ζ, δ.
Wassermann β, α.
Widder α.
Zwillinge β.

Dritter Typus. Typus der breiten Zonen.

Die Sterne sind nach Grössen und Wichtigkeit geordnet; die eingeklammerten sind schwach.

Orion α.
Scorpion α.
Herkules α.
Pegasus β, ε.
Perseus ϱ.
Walfisch α, (δ), o.
Leier δ', δ''.
Andromeda β.
Adler γ.
Eridanus δ.
Antinous ι, $\varkappa$.
Krone (ε).
Schlange α.
Schlangenträger χ.
Bootes 34, v,

Vierter Typus. Sternspectren mit drei leuchtenden Banden *).

Nr. Katalog von Schjellerup *)	A R.		D.		Grösse.
41	4^h	$36,2^m$	+ 67°	54′	6 1/2
43	4	42,8	+ 28	16	8
51	4	58,1	+ 6	59	6
78	6	26,9	+ 38	33	6 1/2
89	7	11,5	— 11	43	7 1/2
128	10	5,8	— 34	38	7
132	10	30,7	— 12	39	6
136	10	44,8	— 20	30	6 1/2
152	12	38,5	+ 46	13	6
159	13	19,3	— 11	59	5,8
163	13	47,3	+ 41	2	7
229	19	26,5	+ 76	17	6 1/2
238	20	8,6	— 21	45	6
249	21	25,8	+ 50	58	9
252	21	38,6	+ 37	13	8 1/2
273	23	39,2	+ 2	42	6

Nr. Bonner Katalog **)	A R.			D.	
4001	20	4	$49,3^s$	+ 35°	45,1′
4003	20	6	27,3	+ 35	46,1
3956	20	9	6,7	+ 36	13,3

Nr. Lalande ***)	A R.			D.	
12561	4	45	10	+ 0°	59′

---

*) Compt. rend. T. 67, p. 373. T. 68, p. 1086.

**) Wolf und Rayet. Compt. rend. T. 65, p. 292. T. 68, p. 1470. T. 69, p. 164.

***) Secchi, Compt. rend. T. 66, p. 124.

Erster Typus. Weisse und blaue Sterne mit Spectrum ohne intensive Absorptionsbanden *).

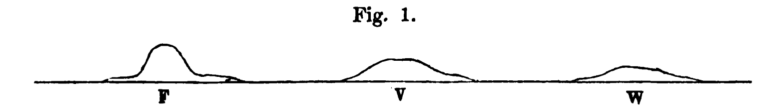
Von über 500 Sternen, die Secchi untersuchte, gehört die Hälfte diesem Typus an: Unter den sehr zahlreichen, meist sehr feinen dunkeln Linien des Spectrums treten vier sehr stark hervor. So zählte Secchi beim Sirius zwischen dem äussersten Roth und der ersten starken schwarzen Linie, 28 feine dunkle Furchen, ganz ähnliche Linien zeigt Rigel.

Von den vier charakteristischen dunklen Linien coincidirt die erste im Roth mit der Fraunhofer'schen Linie *C*. Besonders charakteristisch ist eine breite Linie bei *F* im Blau, deren Lage Secchi bei mehreren Sternen bestimmte, und bestätigt fand, dass die Brechbarkeit dieser Strahlen bei allen Sternen gleich ist. Beim Algol bleibt diese Linie selbst zur Zeit des Lichtminimums an derselben Stelle. Eine andere Linie ist im ersten Violett und von der vorigen etwas weniger entfernt, als die Linie *G* im Sonnenspectrum. Manchmal zeigt sich auch ein Streifen im äussersten Violett mit sehr feinen Linien, die jedoch nur bei den grösseren Sternen sichtbar sind. Intensive Streifen von Absorptionsbanden fehlen dagegen.

Die drei ersten Linien gehören sicher, die vierte sehr wahrscheinlich auch dem Wasserstoff an. Während sie bei gewöhnlicher Vergrösserung wie starke schwarze Linien, aber gefurcht und beträchtlich breit erscheinen, tritt die Bande 7 im Sirius nicht scharf auf und wird von zwei nebeligen Streifen garnirt, erscheint verwischt und von beträchtlicher Breite. Dasselbe zeigt sich bei anderen Sternen dieses Typus mit geringen Veränderungen, z. B. α Ophiuchi, den Sternen des grossen Bären, α Adler; bei α Pegasi ist diese Linie noch breiter und verwischter als bei Sirius und α Lyrae.

Secchi **), der die Lichtintensität der drei Wasserstofflinien des Siriusspectrums im Blau und Violett durch drei Curven (*F*, *V*, *W*), Fig. 1 darstellte, bemerkt dabei: „Man sieht, dass die mittlere Linie *V* sehr

Fig. 1.



Helligkeitscurven der drei Wasserstofflinien im Spectrum des Sirius.

breit und diffus ist, und dass sie eine wirkliche Bande bildet. Die Linie *F* ist begrenzter, aber auch deutlich diffus. Die letzte Linie *W*, welche gewöhnlich im Wasserstoff nur schwer zu sehen ist (und auch auf den meisten Abbildungen des Wasserstoffspectrums fehlt), ist ein sehr breiter

*) Compt. rend. T. 63, p. 366. T. 64, p. 347, 775. T. 69, p. 1054.
**) Compt. rend. 1870, T. 71, p. 252.

und sehr schwacher Streifen. — — Der Streifen C ($H\alpha$) ist wegen des Lichtmangels im äussersten Roth schwer zu bestimmen."

Immerhin aber lässt sich auch diese Linie mit hinreichend scharfen Instrumenten in α Lyrae, α Pegasi, Algol und einigen anderen Sternen erster Grösse, welche diesem Typus angehören, nachweisen.

Aber gerade diese Verbreiterung der Wasserstofflinien und ihrer verwaschenen Ränder, gibt einen wichtigen Fingerzeig zur Erkennung des Zustandes, in welchem sich der Wasserstoff in den Atmosphären dieser Sterne befindet, und sind dafür namentlich die classischen Untersuchungen Wüllner's über das Wasserstoffspectrum bei höherm Drucke, namentlich zwischen zwei und drei Atmosphären, von Wichtigkeit; denn daraus erhellt, dass diese Reihenfolge der Verbreiterungen der Linien im directen Spectrum des Wasserstoffgases je nach der Stärke des Drucks dieselbe Eigenthümlichkeit zeigt. Auch Plücker und Hittorf haben gezeigt, dass bei höherer Temperatur die Wasserstofflinien breiter und an den Rändern verwaschener werden. Lippich in seiner Arbeit „über die Breite der Spectrallinien" *) kommt aber zu dem Resultate, dass, ganz abgesehen von der Messbarkeit der Streifenbreite, schon ihre blosse Vergleichung einige Aufschlüsse gewähren kann. „Zeigen sich in einem Gasspectrum naheliegende Streifen von differenter Breite, so würde dieses auf ein Gemisch von verschieden dichten Gasen oder auf verschiedene allotropische Zustände desselben Gases hinweisen. — Bei demselben Gase erlaubt die Breite des Streifens einen Schluss auf seine Temperatur. Besonders an Himmelskörpern, wo alle anderen Mittel fehlen, müsste eine solche Schätzung von Interesse sein. Es sind auch Verbreiterungen, namentlich an den Wasserstofflinien, an denen sie, der geringen Gasdichte wegen, am ersten auffallen mussten, beobachtet worden, und zwar von Lockyer bei $H\beta$, von Angström bei einer vierten Wasserstofflinie (h) im Spectrum der Protuberanzen, von Huggins eine sehr bedeutende Verbreiterung von $H\beta$ im Siriusspectrum u. s. f. Lockyer und Frankland schliessen zwar aus ihren Versuchen, dass solche Verbreiterungen nur dem höhern Drucke des Gases zuzuschreiben seien, es scheint mir jedoch nicht zweifelhaft, dass in diesen Versuchen das Gas bei höherm Drucke auch eine sehr bedeutend höhere Temperatur während des Glühens gehabt hat."

Aus dem angegebenen Verhalten dieser Sternspectren kann demnach mit Sicherheit der Schluss gezogen werden, dass nicht nur der Wasserstoff das Hauptelement der absorbirenden Atmosphäre der Sterne des ersten Typus ist, sondern auch, dass diese unter einem starken Drucke bis zu drei Atmosphären, steht und eine hohe Temperatur besitzt. Letztere ist auch aus dem weissen Lichte dieser Sterne erschlossen worden; zuverlässiger spricht dafür die Anwesenheit von Eisen- und Magnesiumlinien, wonach also diese Metalle dampfförmig in der Sternatmosphäre enthalten sein müssen. Die Natriumlinie dagegen ist nur schwach wahrnehmbar.

---

*) Pogg. Annal. 1870, Bd. 139, p. 465.

Als Modification dieses Typus sind die Sterne des Orion anzusehen, mit Ausnahme von Beteigeuze. Sie haben einen gemeinschaftlichen Typus, der sich dadurch charakterisirt, dass die breiten Banden im Spectrum fehlen und die im Violett sehr schwer zu sehen sind. Feine Streifen sind sichtbar, darunter einer mehr oder weniger deutlich bei *F*.

Merkwürdigerweise findet man in dem grossen Raume, der von diesem Sternbilde eingenommen wird, selten Sterne von einem andern Typus; sie bilden eine Familie für sich und sind durch Merkmale gekennzeichnet, die bei anderen Himmelskörpern sehr selten sind. Nur in einem Theile der Sternbilder des Hundes und des Hasen, zeigen sich dieselben Erscheinungen; hier herrscht bei den Sternen die grüne Farbe vor, wie auch bei den Nebelflecken. Doch kann diese Erscheinung nicht als Zufall angesehen werden, denn wir finden nicht selten, dass in derselben Region des Himmels Sterne desselben Typus angehäuft sind. So, um nur noch einige Beispiele anzuführen, sind der Stier, Löwe, grosse Bär, die Leyer und die Pleiaden u. a. fast nur von weissen Sternen des ersten Typus gebildet; dagegen herrschen im Walfisch, Eridanus, der Hydra u. s. w. die gelben Sterne des dritten Typus vor. Die ausgedehnte Region des Orion ist besonders merkwürdig, weil daselbst in der Umgegend grünliche Sterne des ersten Typus gefunden werden, die aber alle (mit Ausnahme von α Orionis des dritten Typus) sehr feine Linien im Spectrum und fast kein Roth zeigen. Dieses Verhalten, auf das zurückzukommen mehrfach Gelegenheit sein wird, gibt wohl noch Anhaltspunkte zum Studium der Gesetze, nach welchen die Materie im Himmelsraume vertheilt ist.

Zweiter Typus: Typus der gelben Sterne mit feinen Linien oder sehr schwachen Banden *).

Als allgemein bekanntes Beispiel für diesen Typus kann die Sonne angesehen werden, deren Spectrum von einer grossen Menge feiner Linien durchzogen ist. Die Spectren des Arctur, der Capella, des Pollux etc. zeigen dieselben Linien und an derselben Stelle vorwiegend im Roth und Blau wie die Fraunhofer'schen Linien des Sonnenspectrums. Man kann sich davon leicht überzeugen, wenn man das Spectrum des Mars mit dem eines Sterns dieses Typus vergleicht, wenn beide nahe bei einander stehen. Ausser kleinen Verschiedenheiten, besonders im Roth, die durch den absorbirenden Einfluss der Atmosphäre des Planeten hervorgebracht werden, findet man in den Spectren dieser Sterne die Hauptlinien *B*, *D*, *b*, *E*, *F*, *G* von Fraunhofer und ausserdem eine grosse Anzahl secundärer Linien. Für Sterne von geringerer Grösse ist es nicht möglich, das Spectrum in die feinen Linien zu zerlegen, aber man sieht doch,

*) Compt. rend. T. 63, p. 625. T. 64,

dass die Hauptlinien so charakteristisch vertheilt sind, dass man sie nicht mit den Spectren anderer Typen verwechseln kann.

Wenn auch die Hauptlinien übereinstimmen, so sollte man doch erwarten dürfen, dass in den Details der Spectren eine grosse Mannigfaltigkeit sich bemerklich mache. Und doch ist dieses nicht der Fall. Die Hauptverschiedenheiten reduciren sich darauf, dass sich die feinen Linien in mehr oder weniger dichten Bündeln darbieten, aber sie nehmen dabei dieselben Plätze ein und unterscheiden sich doch wesentlich von denen in den Spectren des vorausgegangenen und folgenden Typus. Die Magnesiumlinien treten sehr ausgeprägt auf und zeigen nicht dieselbe Vereinigung mit benachbarten Linien, wie in dem folgenden Typus. Auch die Eisenlinien im Grün sind bei einigen Sternen sehr stark.

Ausserdem ist die Wasserstofflinie *F* deutlich zu erkennen, während sie in den Spectren des dritten Typus fehlt. Daher ist die Unterscheidung beider Typen leicht, selbst wenn die Linien in einer Art gruppirt sind, um eine Verwechslung möglich zu machen. In zweifelhaften Fällen geben genaue Messungen den Ausschlag. Aldebaran, der aus dem Sternbilde des Stiers fast allein hierher gehört, unterscheidet sich dadurch von dem allgemeinen Typus, dass die Linien etwas verbreitert sind; wenige andere Sterne verhalten sich ähnlich. Im Arcturspectrum findet sich eine ungeheure Menge von Linien, die alle sehr fein sind, wahrscheinlich aber zum Theil nicht mit Sonnenlinien zusammenfallen; bemerkenswerth ist auch, dass die breiten Absorptionsbanden im Arcturspectrum fehlen, die bei anderen gefärbten Sternen gefunden werden.

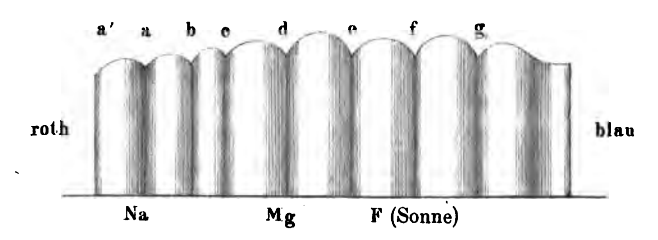
Eine weit auffallendere Ausnahme jedoch bildet γ Cassiopeiae, wo das Spectrum statt einer dunkeln Absorptionslinie bei *F* einen hellen Streifen zeigt. Man kann sich leicht davon überzeugen, wenn man das Spectrum von β Cassiop., der zum gewöhnlichen, oder ersten Typus gehört, damit vergleicht. Aehnliches zeigt sich bei β Lyrae, doch ist die helle Linie sehr fein und schwer zu sehen. Diese wenigen Ausnahmen, auf die zurückzukommen Gelegenheit sein wird, verdienen eine besondere Aufmerksamkeit. Wenn die dunkle Linie *F* durch Absorption, ohne Zweifel durch Wasserstoff, hervorgebracht wird, so wird umgekehrt bei γ Cassiopeiae vom Wasserstoffe direct Licht ausgestrahlt. Es ist aber, wie schon früher bemerkt, das Absorptionsverhalten des Wasserstoffs bei verschiedenen Temperaturen und verschiedenem Drucke auch verschieden; wenn nun festgestellt ist, dass der Wasserstoff bei niederer Temperatur ein ununterbrochenes Spectrum gibt, in welchem die Linie *F* glänzend auftritt, sowie dass er bei niederm Drucke das Spectrum nicht umkehrt, so gibt dies Anhaltspunkte für die Erklärung des Ausnahmeverhaltens beider Sterne. Ohne Zweifel zeigen diese noch andere als Wasserstofflinien, aber sie sind sehr schwach; vorherrschend sind die des Natrium und des Magnesium.

Dritter Typus. Typus der orangefarbenen oder röthlichen Sterne breiter Zonen *).

Hierher gehören die merkwürdigsten Himmelskörper, wenn auch diese Familie weniger zahlreich ist als die vorige.

Das charakteristischste Spectrum dieser Gruppe zeigt α Herculis (Fig. 2), ein Stern dritter Grösse. Es erscheint wie zusammengesetzt aus einer Reihe, von der Seite beleuchteter Säulen, deren wenigstens acht unterschieden werden können. Dieser überraschende und nicht

Fig. 2.



Spectrum und Helligkeitskurve von α Herculis nach Secchi.

genau zu beschreibende Anblick, wird hervorgebracht durch stark leuchtende Banden, welche mit dunkeln Banden abwechseln.

Bei den Spectren der verschiedenen Glieder dieses Typus, fallen die bemerkenswerthesten Lichtstreifen mit denen im Spectrum von α Herculis zusammen, wie genaue Messungen Secchi's ergeben haben. Der einzige Unterschied ist, dass bei den normalen Sternen (α Herculis, β Pegasi, o Ceti, ϱ Persei etc.) die Banden, welche die Säulen trennen, ganz schwarz und scharf sind, während sie bei den Spectren einiger anderer Sterne (α Orionis, α Scorpii u. s. w.) in dem weniger brechbaren Theile des Spectrums sehr schwach sind; an Stelle des Reliefs erscheinen Cannellirungen, was davon herrührt, dass der leuchtende Theil des Spectrums kleiner ist, als der dunkle.

Alle Säulen lassen sich in der Regel in schmalere und feinere Linien auflösen, die sehr scharf und glänzend sind. Doch ist bei den verschiedenen Sternen dieser Gruppe die Auflöslichkeit verschieden. Bei einigen derselben correspondiren die Abtheilungen der Säulen mit Hauptlinien Fraunhofer's (D, b), andere aber (e, F) coincidiren nicht, obgleich sie sehr nahe fallen.

Uebrigens ist auch bei den Sternen dieser Gruppe die Gegenwart von Wasserstoff nachgewiesen, denn bei den hauptsächlichsten derselben sind die Linien C und F ($H\alpha$ und $H\beta$) erkannt.

*) Compt. rend., T. 63, p. 623. T. 64, p. 7 124. T. 71, p. 252.

Nach dem ganzen Aussehen dieser Spectren kann nicht bezweifelt werden, dass sie eigentlich aus zweien bestehen, die über einander gelagert sind. Das eine *a* besteht aus den Metalllinien, welche dem zweiten Typus eigen sind und die nur dicker und verbreiteter werden durch eine mächtigere Schicht von Dämpfen, durch welche die Strahlen hindurchgegangen sind, fast wie in den Flecken unserer Sonne. Das andere (*b*) erscheint als ein Spectrum mit breiten Streifen, sechs bis sieben hauptsächlich, deren Typus der von α Herculis ist. Es ist in verschiedenen Sternen verschieden stark; so ist es kaum merklich bei Aldebaran, den Secchi deshalb auch dem zweiten Typus zutheilt, während es bei Antares, α Orionis, β Pegasi und anderen sehr stark ist.

Will man sich darüber vergewissern, dass die beobachtete Verbreiterung in den Linien des ersten Typus, von welchen früher die Rede war, nicht von einem Fehler in der Schärfe des Apparates herrührt, so gelingt dies durch die Prüfung der Sterne des zweiten und dritten Typus, denn die bekannten Metalllinien sind trotz der grossen Dispersion wohl begrenzt und scharf. Antares zeigt dies besonders deutlich im Grün an den Eisen- und Magnesiumlinien, während in seinem Spectrum die Natriumlinien *D* schlecht begrenzt und diffus sind, was, wie bei den sehr tiefen Flecken, ihre Trennung schwer macht. Obgleich der Stern ziemlich tief steht und die Atmosphäre in der Regel zu stark bewegt ist, um vollkommen genügende Resultate zu geben, so kann doch in dieser Hinsicht kein Zweifel existiren.

α Herculis wurde von Secchi mehrfach unter sehr günstigen Bedingungen der Erdatmosphäre untersucht und dabei keine Spur einer Auflösbarkeit der Hauptbänder gefunden, obgleich sie an der weniger gebrochenen Seite des Spectrums sehr scharf abgeschnitten waren. Trotz starker Vergrösserungen ist keine Spur secundärer Linien sichtbar, sondern nur eine Unregelmässigkeit in der Lichtstärke dieser Bänder. Dieses Resultat ist bemerkenswerth, denn das Dispersionsvermögen des mit dem Oculare verbundenen Prismas war gleich dem, welches drei Prismen in dem gewöhnlichen Spectroskope geben. Auch reicht diese Dispersion hin, um die secundären Linien in den streifigen Spectren des Stickstoffs und Kohlenstoffs zu zeigen. Man kann also diesen Mangel an Auflösung der Bänder von α Herculis nicht einer Unvollkommenheit des Instruments zuschreiben.

Allerdings ist es geglückt, an seltenen Abenden, mit schwachen Dispersionen, Spuren von Auflösbarkeit zu sehen; diese können auch eine Wirkung von Ungleichmässigkeiten in der Intensität gewesen sein, welche bewirken, dass die Streifen wenig lebhafter erscheinen als die Linien. Es tritt hier dasselbe auf wie bei den Streifen oder Zonen des Jupiter z. B., die bei schwacher Vergrösserung sehr klar und wohl begrenzt erscheinen, während bei Anwendung starker Mittel ihre Ränder diffus sind. Hier ist also die Wirklichkeit besser dargestellt durch starke Vergrösserungen,

denn diese Zonen können nicht scharfe Grenzen wie feste Körper haben, sie müssen diffus sein.

Der veränderliche Mira im Walfisch, der auch hierher gehört, wurde von Secchi im September 1866 zuerst untersucht, doch erlaubte seine Kleinheit keinen Schluss auf sein spectroskopisches Verhalten. Schon im März 1867 war der Stern bis zu vierter bis fünfter Grösse gewachsen und zeigte nun die Säulenreihe von α Herculis mit erstaunlicher Genauigkeit. Nur erschien wegen der Lichtschwäche das Spectrum kürzer und die äussersten Enden mehr einander genähert.

Ein Stern dieses Typus, dem Secchi eine besondere und wohl verdiente Aufmerksamkeit gewidmet *), ist Antares (α Scorpii). Dieser Stern zeichnet sich durch sein rothes Licht aus, kann aber nur schwierig in nördlicheren Breiten als Rom beobachtet werden. Wie zu erwarten ist sein Spectrum stark gestreift und in mancher Beziehung dem von α Orionis ähnlich, der ja auch demselben Typus angehört. Mit schwacher Vergrösserung und schwacher Dispersion scheint das Spectrum von breiten düsteren Zonen und leuchtenden Streifen gebildet, unter welchen sich besonders drei sehr breite und glänzende im Grün auszeichnen. Mit beträchtlicher Vergrösserung und mit Prismen, die eine hinreichende Dispersion erzeugen, werden die hellen Banden in glänzende Linien aufgelöst und die dunkeln Banden sind durchfurcht von sehr feinen hellen und dunkeln Linien. Im Allgemeinen erscheint der Grund des Spectrums nicht absolut schwarz, sondern vielmehr von hellen Linien auf schwach erleuchtetem Grunde gebildet. Die Linie F fehlt und scheint daher Wasserstoff nicht vorhanden zu sein; dagegen weist die deutliche Linie b auf Magnesiumdampf in der Atmosphäre des Sterns hin; die Natriumlinie D ist nicht scharf begrenzt, sondern auf der Seite gegen Roth doppelt so stark als gegen Grün. Diese Bande coincidirt genau mit derjenigen im Sonnenspectrum, welche durch die Erdatmosphäre hervorgebracht wird, besonders wenn man die Sonne beim Untergang spectroskopisch untersucht. Ebenso fällt sie zusammen mit der Bande, welche sich im Spectrum des Kerns der Sonnenflecken findet, hat auch nach Secchi's Messungen dieselbe Breite. Darauf folgt gegen Grün zu eine sehr lebhaft gelbe Bande und auf diese eine düstere und breite Bande, deren Lage mit dem nebeligen Theil des atmosphärischen Spectrums coincidirt, den Brewster mit δ bezeichnet. Es kann kaum einem Zweifel unterworfen sein, dass diese und andere Banden durch Wasserdampf erzeugt werden, der in der Atmosphäre des Antares und anderer Sterne dieses Typus absorbirend wirkt. Doch gilt dies nicht von allen. Die von Brewster mit C^6 bezeichnete Bande hat in den Sonnenflecken kein Analogon und rührt wahrscheinlich von einem Element her, das von dem Wasserdampf verschieden ist.

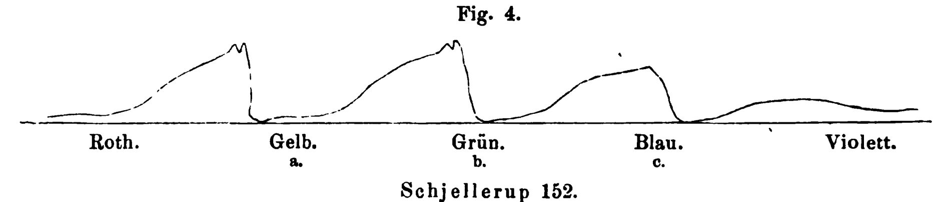
---

*) Compt. rend. T. 63, p. 364. T. 69, p. 165

aufhört. Auf der rothen Seite dagegen zeigen die Lichtbanden eine allmälige Abstufung und Verminderung des Lichtes bis zum vollkommenen Schwarz. Hierin zeigt sich der Hauptunterschied vom dritten Typus, denn bei den Spectren desselben ist das Lichtmaximum auf der rothen Seite und die Säulen verlaufen gleichmässig in einem gleichen Raume. Daraus erhellt auch, dass die beiden Spectren durch ganz verschiedene Substanzen hervorgebracht werden.

Die Spectren der kleinen Sterne Schjellerup 41, 78, 132 und 273 bezeichnet Secchi als „schön"; von 128 ist das Spectrum „zweifelhaft", bei 152 aber „prachtvoll". Er hat auch diesem schönen und deutlichen Spectrum (Lichtcurve, Fig. 4) eine besondere Aufmerksamkeit zugewendet. Danach coincidirt die schwarze Linie im Grün fast genau mit b im Arctur, weniger genau die Linie im Gelb mit D; sie ist stärker gebrochen, weicht also gegen Violett zu ab. Nach Untersuchungen von Angström u. A. lässt sich annehmen, dass die dunkeln Banden von einer Lichtabsorption durch Kohlenwasserstoff erzeugt werden, doch mit dem

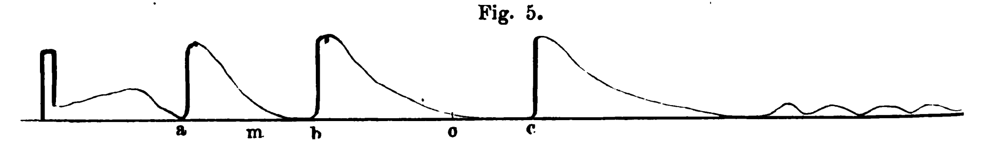
Fig. 4.



Schjellerup 152.

Unterschiede, dass die Banden dieses Gases cannelirt sind, während man dieses bei den betreffenden Sternen nicht sieht. Vom Benzindampfe fand Secchi ein Spectrum wie bei 152 Schjellerup (Lichtcurve, Fig. 5), dieses

Fig. 5.



Helligkeitscurve des Spectrums des Benzindampfs. Secchi.

zeigt zwischen einem sehr hellen rothen Streifen am Beginn des Spectrums und einer Reihe kleiner Linien im Violett, drei leuchtende Banden a, b, c, die wie halbcannelirt aussehen; besonders die mittlere Bande ist in zwei Linien trennbar. Bei stärkerer Spannung des Benzindampfes zeigen sich aber Verschiedenheiten im Spectrum von dem der Sterne des vierten Typus. Durch neue leuchtende Linien bei m und o verengern sich die Räume der leuchtenden Banden. Auch der Petroleumdampf zeigt ein ähnliches Spectrum.

Hier werden wir also in den Gestirnen auf die Existenz sehr merkwürdiger und unerwarteter Verbindungen hingewiesen und der chemischen Astronomie ein neues Feld eröffnet. Seither suchte man besonders nach Elementen, hauptsächlich nach Metallen, und nun zeigt es sich, dass

auch Verbindungen in Gasform daselbst vorkommen können. Sehr viele Sterne zeigen eine schwarze Linie im Grün sehr nahe bei den Magnesiumlinien b, und es ist wahrscheinlich, dass sie eher durch einen Kohlenwasserstoff, als durch Magnesium hervorgebracht wird.

Doch kam Secchi nicht allein zu diesem Resultate. Huggins *) hatte schon 1864 das Kohlenstoffspectrum genau untersucht, ohne seine Ergebnisse zu veröffentlichen. Bei der Beobachtung des Kometen II 1868 von Winnecke, zeigte sich nun die höchst auffallende Thatsache, dass dessen Spectrum genau übereinstimmte mit dem von ölbildendem Gase, durch welches der elektrische Funke schlägt. Obgleich das Spectrum des Brorsen'schen Kometen ähnlich ist und auch aus drei Linien besteht, so fallen diese doch nicht mit den vorigen zusammen und werden daher wohl durch einen andern Kohlenwasserstoff erzeugt.

Später **) wies Secchi noch nach, dass der Kohlenstoff nicht nur in den Sternen des vierten Typus vorkommt, sondern auch in denen des dritten Typus, besonders deutlich bei α Herculis und β Pegasi, während er sich bei α Orionis, Arctur u. a. weniger deutlich zeigt. Ueberhaupt scheinen die Kohlenstofflinien in den Spectren derjenigen Sterne schwächer zu sein, wo die gewöhnlichen Metalllinien deutlicher sind.

Vorher schon wurde der merkwürdigen Ausnahme von γ Cassiopeiae gedacht, welcher Stern bei F eine glänzende, statt einer dunkeln Linie zeigt. Wolf und Rayet ***) wiesen nach, dass noch drei kleine Sterne im Schwane ähnliche Linien zeigen. Als sie Bessel in Königsberg und späterhin Wolf und Rayet beobachteten, hatten sie die von Argelander (Bonner Katalog) angegebene Grösse. Sie können also vorerst nicht als Veränderliche angesehen werden, auch zeigen sie keine Spur von Nebel. Aber sie unterscheiden sich von ihren Nachbarn sofort durch ihre gelbe Farbe. Der erste (Nro. 4001) ist rein gelb, der zweite (4003) orangegelb, der dritte (3956) grünlichgelb.

Ihr Spectrum ist zusammengesetzt aus einem hellen Grunde, dessen Farben kaum sichtbar sind und dem Roth und Violett zu fehlen scheinen: offenbar nur wegen Schwäche des Lichts. Dieser Grund scheint unterbrochen durch schwarze Linien, aber es ist unmöglich, dieses zu bestätigen oder ihre Lage genau zu bestimmen. Alle aber zeigen eine Reihe von glänzenden Linien; besonders im Spectrum des zweiten Sterns sind diese deutlich. Von vier Linien konnte ihre Lage mit dem Sonnenspectrum verglichen werden:

Sonnenlinien:	0p (D)	„	„	„	406 (b)	675 (F)	„	1363 (G)
Glänzende Linien:	„	45p (γ)	92 (β)	282 (δ)	„	„	874 (α)	„

(Die blaue Strontiumlinie liegt bei 936.)

*) Phil. Trans. 1868, p. 529. **) Compt. rend. 1869, T. 69, p. 551. ***) Compt. rend. T. 65, p. 292.

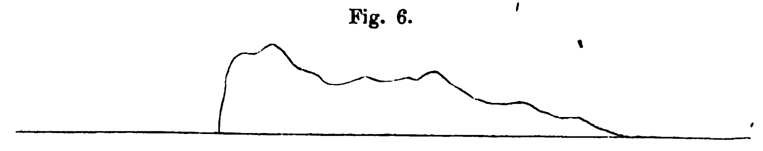
Von diesen Linien ist α sehr breit und lebhaft, β und γ nahe bei einander im Gelb-Orange sind auch noch schön, δ aber ist sehr blass und nur schwer zu sehen. Auf β folgt ein dunkler Raum, ein anderer geht α voraus. Im ersten Sterne ist β glänzender als im zweiten, auch der Grund des Spectrums nach Violett zu erweitert, auf der rothen Seite aber verkürzt. Im dritten Sterne ist nur α deutlich sichtbar, δ kann nur vermuthet werden. Aehnliches zeigt ein rother Stern (AR. $6^h 27^m$. D. $35^0 32'$) in der Nähe des Doppelsterns Nro. 928 Struve.

Dass diese Linien weder dem Wasserstoff noch dem Stickstoff angehörten, fanden schon die ersten Beobachter, ebenso, dass sie nicht durch Alkalimetalle hervorgebracht werden. Aus der Abwesenheit von wenigstens zwei unter vier glänzenden Linien bei zweien der drei Sterne, aus der beträchtlichen Veränderung des Glanzes der Linie δ in den verschiedenen Spectren, sowie aus der constant lebhaft glänzenden Linie α, schlossen sie auf die Gegenwart eines besondern brennenden Gases, das den drei Sternen gemeinsam sei. Secchi*) fand eine Bestätigung dafür, indem er zeigte, dass sie zum vierten Typus gehörten, obgleich sich ihr Spectrum vom normalen unterscheidet; auch hier beobachtete er die Grundlinien des Kohlenstoffspectrums.

Besonders bemerkenswerth ist noch, dass wir hier wieder sehr nahe benachbarte Sterne finden, welche demselben Typus angehören, was auch hier wieder auf einen gleichen Ursprung hindeutet.

Noch führt Secchi**) einen Stern sechster Grösse im grossen Bären als zum vierten Typus gehörig an. Er gibt auch ein aus drei Hauptbanden gebildetes Spectrum und diese erscheinen bei schwacher Vergrösserung von hellen Linien durchfurcht. Aber mit dem grossen Prisma lösen sich diese Linien in helle, an den Rändern schlecht begrenzte Streifen auf und eine Intensitätscurve (Fig. 6) für den mittlern Streifen

Fig. 6.



Helligkeitscurve der mittlern Bande im Spectrum eines Sterns des vierten Typus im grossen Bären.

ergibt, dass dieselbe viele Maxima und Minima hat, aber nirgends Null wird. „Man sieht, dass die helleren Linien in der Mitte, die bei einer kleinen Dispersion als helle Streifen erscheinen, wirkliche Bänder sind. Ich habe schon früher die Analogie dieses Spectrums mit dem des elektrischen Funkens im Benzindampfe angedeutet. Es wäre ohne Zweifel voreilig, Schlüsse aus dieser noch unvollendeten Thatsache zu ziehen, aber

*) Compt. rend. T. 69, p. 164.
**) Compt. rend. 1870. T. 71, p. 252.

ich glaube nicht zu weit über die beobachteten Thatsachen hinauszugehen, wenn ich sage, dass nicht nur die Atmosphären dieser Sterne des dritten und besonders des vierten Typus eine von der unserer Sonne verschiedene Zusammensetzung haben, sondern dass sie auch eine hinreichend niedere Temperatur zu besitzen scheinen, um die Spectren, welche den Gasen bei niederen Temperaturen eigen sind und die man Spectren erster Ordnung nennt, zu geben."

Nach Allem sind die atmosphärischen Verhältnisse bei den weissen, gelben und rothen Sternen sehr verschieden; bei ihnen ist ein in höchster Weissgluth befindlicher Stern als Lichtquelle anzunehmen, doch wird dieses Licht verschieden absorbirt durch die Atmosphäre; in der die Elemente verschieden vertheilt, die Gase in Spannung und Temperatur verschieden und so auch die Absorptionsverhältnisse äusserst mannigfaltig sind, wenn sie auch nicht die Verschiedenheiten darbieten, die von vornherein angenommen werden können.

Was die veränderlichen Sterne anbelangt, so hat diesen hauptsächlich Pater Secchi*) in Rom besondere Aufmerksamkeit zugewendet. Alle Sterne des dritten und vierten Typus gehören zu den Veränderlichen, es finden sich deren aber auch in den beiden anderen Gruppen. Die mit unregelmässiger Periode (α Orionis, α Herculis etc.) gehören dem dritten Typus mit breiten Zonen im Spectrum an. Es wird dadurch die Existenz mächtiger Atmosphären angezeigt, welche absorbirend wirken, und gerade diese Atmosphären und ihre Veränderungen, die wir uns ähnlich wie die bei unserer Erdatmosphäre vorstellen können, sind wohl auch die Ursache der Veränderlichkeit. Auch die Sonne mit ihren Flecken gehört hierher. Ueberhaupt ist der Anblick des Spectrums vom Innern der Sonnenflecke und der Halbschatten vollkommen dem des Arctur und Aldebaran ähnlich, in welchen die Linien sehr leicht zu trennen und ziemlich breit sind, während das Sonnenspectrum durch seine sehr feinen und zarten Linien mehr dem des Pollux gleicht. Die Coincidenz der düsteren Banden bei dem Sonnenfleckenspectrum im Roth und anderen Stellen mit solchen bei α Orionis hat Secchi nachgewiesen. Ausserdem aber stimmt das System glänzender Linienpaare im Grün bei diesem Stern mit denen im Spectrum der Sonnenflecken überein. Sehr wahrscheinlich würde uns die Sonne ein Spectrum liefern wie das des Aldebaran oder Arctur, wenn ihr Licht überall gleich wäre wie in den Halbschatten, oder wie das von α Orionis und o Ceti, wenn es auf das der Fleckenkerne reducirt wäre. Der letztgenannte Veränderliche hat ein prächtiges Spectrum, das mit dem von α Orionis und β Pegasi vergleichbar ist. Im Februar 1867, als o Ceti vierter oder fünfter Grösse war, zeigten sich scharfe cylindrische Cannellirungen mit denselben dunkeln Linien und an derselben Stelle, wie bei α Orionis; geht man von der kleinen Säule bei D im Gelb aus, so zeigen sich drei Säulen auf der weniger brechbaren Seite,

*) Compt. rend. T. 63, p. 625. T. p. 68, p. 959.

und fünf nach Violett zu; alle sind in feine Linien auflöslich. Je mehr der Stern an Glanz gewinnt, um so mehr scheinen auch die schwarzen Linien im Gelb und die erste im Grün ihre Schärfe zu vermindern und weniger schwarz zu werden. Diese heller werdenden Linien sind dieselben, welche im Spectrum von α Orionis sehr schwach und veränderlich sind. Huggins *) dagegen glaubte daraus, dass er bei Beteigeuze zur Zeit des Lichtmaximums eine Gruppe von Absorptionslinien vermisste, die er zwei Jahre vorher deutlich gesehen und gemessen hatte, den Schluss ziehen zu können, dass sich vor den Stern zeitweise ein anderer mit starker Atmosphäre schiebe. Offenbar ist Secchi's Erklärung der Erscheinung weit einfacher.

Ganz anders verhält sich Algol, dessen Spectrum zum ersten Typus gehört und auch in der Minimalperiode der Lichtentwickelung keine Veränderung zeigt. Secchi nimmt daher an, dass die Veränderlichkeit durch einen dunkeln Körper hervorgebracht ist, der vor ihm vorüber geht.

Der Veränderliche *R* in den Zwillingen hatte im Februar 1869 nach den Berechnungen von Schönfeld sein Maximum erreicht und wurde in dieser Zeit von Secchi **) beobachtet. Seine Farbe war schön gelb; sein Spectrum aber gehört zu den sehr seltenen, wo die Wasserstofflinie glänzend ist, also nicht als Absorptionslinie auftritt. Ausser diesem hat Secchi, wie schon früher bemerkt, nur zwei Sterne gefunden (γ Cassiopeiae und β Lyrae), welche die gleiche Eigenschaft haben. Von anderen glänzenden Linien correspondirten die hauptsächlichsten mit dunkeln Linien in α Orionis.

Nach Allem nähert sich sein Verhalten dem merkwürdigen Veränderlichen in der nördlichen Krone, der im Mai 1866 so plötzlich auftauchte und am 12. Mai in England von Birmingham zuerst beobachtet wurde. Er war damals zweiter Grösse, aber durch Positionsbestimmungen in Greenwich wurde sehr bald bekannt, dass er im Bonner Verzeichniss von Argelander (Nr. 2765) als 9,5. Grösse schon aufgeführt war. Sir John Herschel glaubt ihn im Juni 1842 als sechster Grösse gesehen zu haben. Am Abend des 16. Mai 1866 erschien er beträchtlich unter dritter Grösse und wurde damals und in verschiedenen folgenden Nächten von Huggins und Miller ***) beobachtet. Im Teleskop erschien er mit einem schwachen nebeligen Hof umgeben, der sich weit ausbreitete und ohne scharfe Grenze endete. Am 17. war diese Nebelhülle nur noch zu vermuthen und am 19. und 21. Mai gar nicht mehr zu sehen.

Nicht weniger merkwürdig aber als das plötzliche Erscheinen des Sternes in der Krone selbst war sein Spectrum, verschieden von Allem, was die englischen Forscher bis dahin derart gesehen hatten. Es zeigten sich nämlich zwei über einander gelagerte Spectren, so dass also das Licht als

*) Chem. News. XIV, p. 200.
**) Compt. rend. T. 68, p. 361.
***) Proc. R. Soc. 1867, Vol. 15, p. 146.

von zwei verschiedenen Quellen ausgehend sich erwies. Die eine war ein glühender, fester oder flüssiger Körper, dessen ausgestrahltes Licht von einer kühlern Atmosphäre theilweise absorbirt wurde. Sein Spectrum hatte also mit dem der Sonne Aehnlichkeit. Im Roth und etwas stärker brechbar als Fraunhofer's Linie *C* waren zwei starke dunkle Linien; dann folgten bis gegen *D* hin sehr zahlreiche feine Linien; *D* selbst trat nur wenig stark auf. Auch bis zu *B* waren zahlreiche aber feine Absorptionslinien. Kurz hinter *b* aber kam eine Reihe dichter Gruppen von starken Linien, die sich in kleinen Zwischenräumen folgten, soweit das Spectrum beobachtet werden konnte.

Ausserdem aber fand sich darüber gelagert ein Gasspectrum von wenigen glänzenden Linien; eine derselben, die heller war, als der ebenso brechbare Theil des ununterbrochenen Spectrums, coincidirte mit *F* Fraunhofer's; daran lagen gegen *G* zu zwei Linien, von welchen die erste etwas weniger glänzend als *F*, aber scharf begrenzt war, die zweite schien entweder eine Doppellinie, oder an den Rändern etwas verwaschen. Nahe bei *G* trat dann noch eine vierte sehr feine helle Linie auf. Auch im äussersten Roth bei *C* konnte eine schwache helle Linie bemerkt werden.

Baxendell, der auch schon am 15. Mai den Stern gesehen und Miller zur Spectralanalyse aufgefordert hatte, schrieb ihm über die Lichtfarbe, dass es scheine, als wenn das Gelb des Sterns durch eine darüberliegende Schicht von blauer Farbe gesehen werde. Die spectroskopische Beobachtung bestätigte diese Auffassung vollkommen. Nach der Lage und Stärke der Absorptionslinien im ersten Spectrum musste das Licht gelb erscheinen. Dazu kam aber noch das Licht der hellen Linien im Grün und Blau.

Bei der fortdauernden Abnahme des Sterns an den folgenden Abenden veränderte sich sein Spectrum nur wenig, nur wurde es auch immer schwächer; die Linie *C* im Roth verminderte sich im Verhältniss zu den grünen und blauen Linien weniger, im Allgemeinen aber steigerte sich besonders die Stärke der Absorptionslinien, weniger die Abnahme der hellen Gaslinien, so dass am 23. Mai, wo der Stern nur noch achter Grösse war, das continuirliche Spectrum äusserst schwach, die hellen Linien aber vergleichsweise noch sehr glänzend waren.

Das helle Gasspectrum kann aber nicht durch den schwachen Nebel erzeugt sein, der teleskopisch rings um den Stern gesehen wurde; dazu waren seine Linien zu hell, traten auch nicht über das continuirliche Spectrum hervor. Es muss die Gasmasse, von welcher das Licht ausstrahlte, eine höhere Temperatur gehabt haben, als die Photosphäre selbst, sonst liesse sich nicht die überwiegende Helligkeit der Gaslinien gegenüber den gleichbrechbaren Lichttheilen der Photosphäre erklären. Zwei der Gaslinien (*C* und *F*) deuten sehr bestimmt auf Wasserstoff, doch müssen die Umstände, unter welchen dieser auf *T* Coronae das Licht ausstrahlte, andere sein, als sie bis jetzt auf der Erde beobachtet wurden,

denn bekanntlich ist die grüne Wasserstofflinie immer schwächer und ausgedehnter, als die glänzende rothe Linie, welche das Spectrum dieses Gases charakterisirt. Aus der merkwürdigen Beschaffenheit des Spectrums, zusammengehalten mit dem plötzlichen glänzenden Erscheinen des Sterns und seiner raschen Abnahme im Glanze, wagte Huggins die kühne Vermuthung aufzustellen, dass sich in diesem Sterne plötzlich durch irgend einen Umstand eine grosse Menge Wasserstoff entwickelte, dass dieser durch die Verbindung mit einem andern Elemente verbrannte und so das Licht hervorbrachte, welches durch dieselben Linien dargestellt wird. Das brennende Gas versetzte die feste Masse des Sterns in lebhaftes Glühen, und deren Licht erzeugte dann ein continuirliches Spectrum, in welchem durch Absorption in der Atmosphäre eine Reihe von Linien ausgelöscht wurde. Mit Erschöpfung des Wasserstoffvorraths verminderten sich rasch alle Erscheinungen an Stärke und der Stern nahm in demselben Verhältnisse an Lichtintensität ab. Inzwischen ist dieser Hypothese gegenüber zu bemerken, dass das Spectrum von *T* Coronae nicht den brennenden, sondern den glühenden Wasserstoff anzeigt. Auch ist es schwer denkbar, dass sich aus einem Sterne, der stets leuchtete (und also auch glühte), plötzlich bedeutende Wasserstoffquantitäten sollten entwickeln können, vielmehr führt die ganze Erscheinung des plötzlichen Aufloderns auf diejenige Erklärung, welche in dem Kapitel über die neuen Sterne gegeben wurde (vergl. auch Klein, Entwickelungsgeschichte des Kosmos S. 47).

Die Nebelflecke haben zu allen Zeiten die Aufmerksamkeit der Beobachter auf sich gezogen, und in den letzten 150 Jahren wurde vielfach die Frage nach der wahren Natur dieser zarten, kometenartigen Lichtmassen ventilirt. Nachdem Sir W. Herschel die Vermuthung aufgestellt hatte, sie seien Urmaterie, aus welcher ein neuer Himmelskörper sich erst zu bilden habe, gewann ihr Studium an neuem Interesse, indem wir in ihnen Entwickelungsformen erkennen mussten, welche früher auch die Sonne und die Planeten durchgemacht haben. Das Teleskop hat indess verhältnissmässig nur wenig Auskunft ertheilt; zwar wurden durch besonders starke Instrumente manche Nebel in Sternhaufen aufgelöst, dafür aber erschienen neue, so dass Sir John Herschel's Catalog*) 1864 deren über 5000 aufzählt.

Auch hier konnte nur das Spectroskop genauere Aufschlüsse geben als das Teleskop. Die Schwierigkeiten jedoch, die sich bei der Lichtschwäche der Objecte der Untersuchung entgegen stellten, waren nicht zu unterschätzen und mochten nur durch die vorzüglichsten Instrumente überwunden werden. Auch hier war es der unermüdliche Huggins**), der 1864 im August den ersten Versuch wagte.

Es musste für ihn, den genauesten Kenner der Sternspectren, im

---

*) Phil. Trans. T. 154, p. 1 bis 137.
**) Phil. Trans. 1866, p. 381. Phil. Mag. (4) 31, p. 415.

höchsten Grade überraschend sein, ein Spectrum zu finden, das von denen aller bis dahin untersuchten Himmelskörper abwich, nämlich nicht ein mehr oder weniger vollkommenes Farbenband, sondern ein Spectrum von nur drei leuchtenden Linien. Das Licht wurde also von glühenden Gasmassen ausgestrahlt.

Bei Untersuchung einer grössern Zahl von Nebeln ergab sich jedoch, dass nicht alle in ihrem spectroskopischen Verhalten gleich sind. Manche zeigten ein continuirliches, andere ein Linienspectrum, wieder andere beide Spectra über einander gelagert.

Die sogenannten planetarischen Nebel, deren Untersuchung durch Sir William Herschel ein so hohes Interesse erlangte, erscheinen im Teleskop als kleine runde oder schwach ovale Scheiben, die nur schwache Spuren von Auflöslichkeit zeigen. Die Farbe ihres Lichtes ist bei einigen blau oder blaugrün, was bei isolirten Sternen sich ausserordentlich selten zeigt. Eine centrale Verdichtung ist bei diesen Nebeln meist auch nicht bemerkbar. Es liess sich daher erwarten, dass diese Himmelskörper unter Anwendung des Spectroskops Charaktere zeigen würden, die man bei der Sonne und den Fixsternen nicht findet. Huggins*) hat sie untersucht. Eine Cylinderlinse zur Verbreiterung ist nicht nothwendig, doch wurde bei dem früher beschriebenen grossen Apparate ein zweites Ocular von neunfacher Diametervergrösserung benutzt.

Nr. 4373, John Herschel's, im Drachen, ein sehr heller, ziemlich kleiner, planetarischer Nebel mit grünlich-blauem Lichte, der plötzlich in der Mitte heller wird, sendet fast nur einfarbiges Licht zu uns, denn sein Spectrum besteht bloss aus einer Linie; wird aber der Spalt enger gestellt, so erscheint nahebei und durch einen dunkeln Zwischenraum davon getrennt, eine zweite schwache Linie gegen Violett zu; endlich ist noch eine dritte ausserordentlich schwache Linie bemerkbar, welche mit der Wasserstofflinie *F* des Sonnenspectrums coincidirt, während die glänzendste eine Stickstofflinie ist. Auf eine kurze Strecke zu beiden Seiten dieser Gruppe von drei Linien, bemerkte Huggins ein höchst schwaches Spectrum, von dem er vermuthet, dass darin dunkle Banden vorkommen, und dass es herrühre von einer festen oder flüssigen leuchtenden Substanz des Kerns, dessen Licht also verschieden ist von dem, welches die Hauptmasse des Nebellichtes ausmacht und die drei Linien hervorbringt.

Im Wesentlichen dasselbe Spectrum zeigt Nr. 4390, ein planetarischer, kleiner, heller, runder Nebel im Stier Poniatowsky's, dem ein deutlicher Kern abgeht. Die drei Spectrallinien nehmen dieselbe Stelle ein und haben dieselbe relative Stärke, sind aber ausserordentlich scharf und bestimmt.

Während bei diesem ein schwaches Spectrum neben den drei Linien nur zu vermuthen war, zeigte Nr. 4514, ein planetarischer, grünlich-

*) Phil. Trans. 1864, T. II. Phil. Mag. (4) 31, 523.

blauer, runder Nebel mit Centralstern von elfter Grösse, im Schwan, ausser denselben Linien ein Spectrum zwischen *D* und *G*, das viel stärker ist, als das des genannten Nebels im Drachen, was auch mit der grössern Helligkeit des Kerns oder Centralsterns übereinstimmt. Und in der That, wird die Cylinderlinse beseitigt, so bleiben die drei Linien in der Länge des Durchmessers des teleskopischen Nebelbildes, während das continuirliche Spectrum zu einer Querlinie zusammenschrumpft, weil das Licht von einem Gegenstande ausgeht, dessen teleskopisches Bild ein Punkt ist.

Der kleine, sehr helle, elliptische, planetarische Nebel Nr. 4628, im Wassermanne, bei dem Lord Rosse weder einen Centralstern, noch eine Perforation entdecken konnte, hat ebenfalls eine grünlich-blaue Farbe und zeigt dieselben drei Linien, aber auch hier liess sich ein kleines ununterbrochenes Spectrum nur vermuthen.

Der Ringnebel in der Leyer, Nr. 4447, gibt, obgleich er im Teleskope hell erscheint, nur sehr schwache Linien, deutlich nur die hellste. Diese besteht aber aus zwei Lichtpunkten, welche mit den beiden Theilen des Ringes correspondiren. Da diese hellen Punkte durch eine Lichtlinie verbunden sind, so ist wahrscheinlich, dass die schwache Nebelmasse des Centrums dieselbe Constitution hat, wie der Ring selbst.

Auch Nr. 4964, ein heller, kleiner, runder, grünlich-blauer planetarischer Nebel, erscheint bei 600facher Vergrösserung deutlich ringförmig. Sein Spectrum ist das einzige, das Huggins gefunden, welches nicht nur die oftgenannten drei Linien zeigt, sondern auch noch eine vierte, die sehr hell und fein ist und gegen Violett zu liegt.

Dagegen besteht das Spectrum des sehr hellen, grossen, unregelmässig gestalteten Nebels, Nr. 4532 (Dumb-bell), der nach Untersuchung mit den besten Teleskopen für wahrscheinlich auflöslich gehalten wurde, nur aus einer Linie, welche mit der hellsten der drei genannten correspondirt und eine Stickstofflinie ist. Von den beiden anderen Linien sowie von einem continuirlichen Spectrum konnte nichts wahrgenommen werden. Da nun Lord Rosse, Otto Struve u. A. in diesem Nebel ausserordentlich schwache Lichtpunkte bemerkt haben, so sind demnach ihre Spectren unsichtbar, vielleicht wegen mangelnder Lichtstärke. Auch zeigt sich in allen Theilen des Nebels die Brechbarkeit des Lichtes gleich und der einzige Unterschied ist in der Intensität zu finden.

Der grosse Nebel im Schwertgriffe des Orion Nr. 1189 John Herschel's, ist vielfach Gegenstand der sorgfältigsten teleskopischen und spectroskopischen Untersuchungen gewesen. Der allgemeine Anblick des weniger glänzenden und wolkenartigen Theils ist durchaus nebelartig und nicht auflöslich; die Umgegend des Trapezes dagegen erwies sich in Lord Rosse's Reflector als auflöslich.

Huggins*) fand im Spectrum des hellsten Theils des Orionnebels,

*) Proc. R. Soc. XIV, p. 39. Sill. J. (2) T. 47, p. 275.

nahe dem Trapez, auch wieder nur die gewöhnlichen drei Linien des Gasspectrums. Sie waren sehr scharf und frei von Verwischtheit, wenn der Spalt eng gestellt wurde, und die Zwischenräume zeigten sich ganz dunkel. Wurde aber einer der vier Sterne des Trapezes vor den Spalt gebracht, so entstand ein continuirliches Spectrum von beträchtlicher Helligkeit; ohne Cylinderlinse erschien es fast als Linie und zwar gleichzeitig mit den drei Gaslinien des Nebels selbst, welche, entsprechend der Länge des Spaltes, von beträchtlicher Länge waren und über das continuirliche Spectrum hervorragten. Von den beiden anderen Sternen γ' und α', welche mit dem Teleskop erkennbar sind, waren die Spectra für die Beobachtung zu lichtschwach. In keinem der Spectren der vier Sterne zeigten sich Absorptionslinien an der Stelle der drei hellen Nebellinien.

Wurden darauf die übrigen Theile des Nebels, welche überhaupt hell genug für eine spectroskopische Beobachtung sind, vor den Spalt gebracht, so änderte sich das Gasspectrum nicht, und die drei Linien blieben ganz unverändert, bis auf ihre Lichtstärke.

Die zusammengehäuften Sterne, welche Lord Rosse u. A. in den helleren Theilen des Nebels gesehen haben, stehen jedenfalls in einer gewissen Beziehung zu dem blauen, nicht auflöslichen Theil des Nebels, doch kann nicht angenommen werden, dass nur ihre Lichtschwäche die Bildung eines continuirlichen Spectrums verhindere. Es ist hier dieselbe Erscheinung, wie bei dem schon erwähnten Dumb-bell-Nebel, in welchem die feinen Lichtpunkte auch nicht mit dem Spectroskop wahrnehmbar sind.

Es ist demnach klar, dass die Entdeckung einer Anzahl sehr kleiner, dicht gestellter Lichtpunkte in einem Nebel, welche seither als ein sicheres Zeichen ihrer sternartigen Constitution angesehen wurden, nicht länger dafür gelten können, dass ein Nebel oder ein Theil desselben, aus wirklichen Sternen gebildet sei. Wenigstens in einigen Nebelflecken müssen wir die sternartigen Lichtpunkte ansehen als gasförmige Massen, als dichtere Theile des ganzen Nebels; das Spectroskop zeigt, dass diese ungeheuren Systeme glühenden Gases zwar stellenweise verdichtet, aber nicht zu festen oder flüssigen Massen condensirt sein können. Auch scheint die Vermuthung wahrscheinlich, dass die scheinbare Dauer ihrer allgemeinen Form bedingt ist durch die Bewegung dieser dichteren Theile, welche im Teleskop als Lichtpunkte erscheinen.

Zu ganz ähnlichen Resultaten gelangte Secchi*) bei vielfacher Beobachtung des Orionnebels. Dabei machte er noch auf eine andere Eigenthümlichkeit desselben aufmerksam. Obgleich das Trapez in einem dunkeln Raume zu liegen scheint, so muss es doch von einem starken Nebel umgeben sein, denn an dieser Stelle ist das Nebelspectrum sehr deutlich und durchaus nicht vermindert durch die Gegenwart des Spec-

*) Compt. rend. T. 60, p. 468, 543. T. 66, p. 643. T. 68, p. 63.

trums der Sterne. Diese Isolirung der Sterne ist also nur scheinbar und eine Folge des Ueberwiegens des Sternenlichtes gegen das Nebellicht.

Auch der Nebel Nr. 4499 gehört zu denen, wo die genaueste teleskopische Untersuchung im Zweifel lässt, ob er auflöslich ist oder nicht. Sir J. Herschel erkannte darin sehr kleine Sterne, von welchen einer heller ist, als die übrigen; Lord Rosse bemerkte sechs Sterne darin. Doch konnte Huggins mit seinem Spectralapparate nur eine Linie, und diese nur äusserst schwach, wahrnehmen.

Dagegen vermuthete Huggins bei dem hellen kleinen planetarischen Ringnebel Nr. 2102, der auch blaues Licht hat, neben dem Gasspectrum bei weitem Spalte ein Farbenband, das aber höchst undeutlich war. Das Gasspectrum zeigte eine stärkere Linie, wahrscheinlich die mit der Stickstofflinie coincidirende, während die beiden anderen äusserst schwach waren.

Bemerkenswerth ist auch der kleine planetarische Spiralnebel Nr. 4572, welcher satellitenartig von vier Sternen begleitet wird; er erscheint wie eine Nebelscheibe durchaus gleichmässig hell und liefert nur eine Linie im Spectrum, während die Begleitsterne das gewöhnliche continuirliche Spectrum geben.

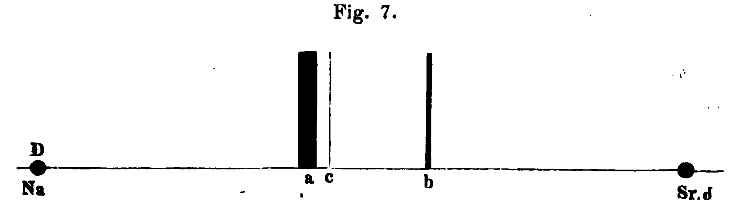
Diese und ziemlich zahlreiche andere Nebel, welche ein Hauptspectrum von einer bis drei oder vier Linien geben, können also nicht angesehen werden als Anhäufungen von Sonnen oder Sternen. Das Verhalten ihres Lichtes ist so verschieden, dass auch die Lichtquelle eine ganz andere sein muss, denn nur glühende Gase senden einzelne Lichtstrahlen von bestimmter Brechbarkeit aus, wie wir sie in diesen Nebelspectren finden. Schon Sir John Herschel schloss aus dem Mangel einer centralen Lichtzunahme, dass diese Massen nicht eine Anhäufung von Sternen sein könnten, und nahm an, dass sie hohle leuchtende Kugeln seien oder flache Scheiben, die zufällig so stehen, dass die Sehlinie senkrecht darauf ist. Diese Annahmen sind aber unwahrscheinlich und gar nicht nothwendig. Bestehen diese Nebel ihrer ganzen Masse nach aus glühenden Gasen, so werden zwar die äusseren, sowie die inneren Theile der kugeligen Masse Licht ausstrahlen, aber trotzdem wird für uns keine oder nur eine unwesentliche Lichtzunahme gegen die Mitte wahrnehmbar sein, weil das Licht des innern Theiles, indem es die äusseren Theile des leuchtenden Nebels durchstreicht, ganz oder fast ganz absorbirt wird; zu uns kann also nur das Licht der Oberfläche gelangen. Schon 1811 sprach Sir William Herschel die Meinung aus, dass diese kugeligen Anhäufungen hellen Nebels nicht aus einer leuchtenden Substanz bestehen könnten, welche für das Licht vollkommen durchdringlich ist. Erst Kirchhoff zeigte die Absorptionswirkung. W. Herschel dagegen vermuthete, dass eine bis zu gewissem Grade fortgeschrittene Verdichtung die Durchlassung des Lichtes verhindern könne, so dass die Ausstrahlung nur auf die Oberfläche beschränkt sei.

Solche Gashaufen können ohne Zweifel durch verschiedene Ursachen

an einer oder mehreren Stellen sich verdichten, und schreitet diese Verdichtung fort bis zum Flüssig- oder Festwerden, so erscheint ein Lichtpunkt oder mehrere Lichtpunkte im Nebel; diese müssen aber dann ein continuirliches Spectrum erzeugen. Jedenfalls aber besteht die glühende Nebelmasse selbst aus Wasserstoff, Stickstoff und einem dritten unbekannten Körper, und wenn noch andere glühende Gase vorhanden sind, so kommt ihr Licht zu geschwächt zu uns, um im Spectralapparate erkannt zu werden.

Die drei Gaslinien *a*, *b* und *c*, Fig. 7, welche bei den eigentlichen Nebelflecken in der Regel beobachtet werden, sind, wie bemerkt, von ver-

Fig. 7.



Spectrum des Orion-Nebels nach Secchi.

schiedener Intensität; *a* ist sehr stark und breit, *b* nur halb so stark, aber meist noch sehr merkbar, während *c* nahe bei *a* sehr schwach ist. Alle liegen etwa in der Mitte zwischen *D* und *Sr δ*, die Hauptfarbe der Nebel ist also Grün, während Blau nur schwach auftritt. Von der hellsten Linie *a* wissen wir mit Sicherheit, dass sie mit der hellsten Stickstofflinie coincidirt; doch treten ausser ihr noch eine grosse Anzahl anderer Linien im Stickstoffspectrum auf. Die schwächste Nebellinie *c* fällt mit der grünen Wasserstofflinie $H\beta$ zusammen, welche im Sonnenspectrum als die starke Absorptionslinie *F* Fraunhofer's gefunden wird. Das gewöhnliche Wasserstoffspectrum zeigt aber noch zwei andere Linien $H\alpha$, welche als Linie *C* im Sonnenspectrum auftritt, und $H\gamma$, welche nahe bei der Sonnenlinie *G* liegt. Die dritte Nebellinie *b* in der Mitte zwischen den beiden genannten coincidirt mit keiner bekannten Linie des Sonnenspectrums; ihr zunächst liegt eine Magnesiumlinie.

Dieselbe Stickstofflinie *a* findet sich auch in den Spectren mancher Kometenkerne, während der Schweif derselben bekanntlich nur von der Sonne reflectirtes Licht aussendet. Ob der Komet I. 1866 ausser der genannten Stickstofflinie auch die beiden anderen zeigt, konnte Huggins *) nicht entscheiden. Bei anderen Kometen wurden Linien des Kohlenstoffspectrums gefunden (vergl. hierüber Bd. I. dieses Werkes).

Es liegt aber die Frage nahe, warum wir in einem Nebelfleckspectrum nur eine Stickstofflinie, sowie nur eine Wasserstofflinie wahrnehmen und nicht das ganze complicirte Stickstoffspectrum und die beiden anderen charakteristischen Linien des Wasserstoffspectrums.

*) Proc. R. Soc. Vol. 15, p. 6.

trums der Sterne. Diese Isolirung der Sterne ist also [illegible]
und eine Folge des Ueberwiegens des Sternenlichtes gegen [illegible]

Auch der Nebel Nr. 4499 gehört zu denen, wo [illegible]
skopische Untersuchung im Zweifel lässt, ob er auf [illegible]
Sir J. Herschel erkannte darin sehr kleine Ster[illegible]
heller ist, als die übrigen; Lord Rosse beme[illegible]
Doch konnte Huggins mit seinem Spectralapp[illegible]
diese nur äusserst schwach, wahrnehmen.

Dagegen vermuthete Huggins bei der [illegible]
Ringnebel Nr. 2102, der auch blaues Li[illegible]
bei weitem Spalte ein Farbenband, das [illegible]
Gasspectrum zeigte eine stärkere Lini[illegible]
stofflinie coincidirende, während d[illegible]
waren.

Bemerkenswerth ist auch [illegible]
4572, welcher satellitenartig v[illegible]
wie eine Nebelscheibe durch[illegible] [illegible]mpe-
[illegible] Grün besteht.
Linie im Spectrum, währen[illegible] [illegible]er glühende Stickstoff
liche Spectrum geben. [illegible]t von dem Spalt des Spec-

Diese und ziemlich[illegible] [illegible]matisches Spectrum des Stickstoffs
trum von einer bis dr[illegible] Doppellinie entsteht.
sehen werden als [illegible]retation dieser Erscheinungen in Bezug auf
halten ihres Licht[illegible] [illegible]ntgegengesetzten Resultaten geführt. Während
ganz andere sein [illegible] Lockyer***) annehmen, die Temperatur der Nebel
strahlen von [illegible] die der Sonne und die Dichtigkeit ihrer Gase ausser-
spectren sind [illegible] glaubt Secchi†), dass die Nebel, welche die grüne
einer centr[illegible] [illegible]ringen, eine sehr hohe Temperatur haben müssen. Es
Sternen [illegible]chi††) gezeigt, selbst gar nicht nöthig, anzunehmen, dass,
seien o[illegible] [illegible] Druck und Hitze, Wasserstoff und Stickstoff nicht in dem
recht [illegible] Zustande in den Nebeln enthalten seien, so dass sie da-
nich[illegible] [illegible] verhindert würden, mehr als eine Schwingung zu machen. Die
gl[illegible] [illegible] wird nur durch die Verschiedenheit des Glanzes bedingt.
[illegible] eine Geissler'sche Wasserstoffröhre die bekannten drei Linien;
[illegible] man aber das Licht durch Reflexion, etwa mit weissem Papier,
[illegible] verschwinden $H\alpha$ und $H\gamma$. Photometrische Messungen zeigten auch,
[illegible] Linien viel lichtschwächer sind, als $H\beta = F$ des Sonnen-
[illegible] So ist es auch bei den Nebeln: wir sehen bei diesen nur die
[illegible]stärksten Linien, und mit noch stärkeren Instrumenten wird es viel-
leicht noch möglich, auch die schwächeren wahrzunehmen.

Sicherlich kann die Gegenwart einer Linie im Spectrum genügen,

*) Pogg. Ann. B. 135 p. 88. B. 134 p. 113. 622. B. 136 p. 67. B. 137 p. 77, 415.
**) Proc. R. Soc. V. [illegible] 455. V. 15 p. 73.
***) Compt. rend. T. [illegible] p. [illegible]
†) Compt. rend. T. [illegible] p. [illegible]
††) [illegible] T. [illegible] p. [illegible]

·enwart eines Elementes zu erkennen; da man aber in den
keine Linien sieht, die heller sind als $H\beta$, so darf man
·rt aller Körper zweifeln, die hellere Linien als diese her-
ist die Einfarbigkeit der Nebel vielleicht nur schein-
sind für uns möglicherweise unsichtbar, weil sie zu
falls aber wirken Wasserstoff, Stickstoff und die
tanz in den Nebeln durch directe Radiation
nd nicht durch Absorption wie in den meisten

belspectren ist nicht die Zeit des Neumondes
nond ist, wie Secchi fand, das Spectrum in
Dies führte ihn auf den Gedanken, mit
ke in den einzelnen Theilen des Orion-
desselben genauer zu erkennen, die
chtet bleibt. In den Nächten ohne
er intensiven Theile des Nebels, aber
auch den schwächeren und es entsteht ein
welchem viele Details verloren gehen. Bei Mond-
eten zwei Stellen besonders hervor, von welchen eine
ung des Trapezes entspricht. Durch solche Beobachtungen unter
iedenen Lichtverhältnissen, erklären sich wohl auch manche Verschiedenheiten, die sich bei den Beobachtungen verschiedener Forscher zeigen. Auch können dabei atmosphärische und klimatische Ursachen von Einfluss sein, die Grösse des Spaltes am Spectroskop und andere äusserliche Verhältnisse, die aber auf die Erfolge von wesentlicher Einwirkung sein müssen.

Die Beantwortung dieser Frage ist deshalb schwierig, weil der Einfluss bekannt sein müsste, welchen die Tension der Gase auf ihr Spectrum ausübt, sowie auch der Einfluss der Wärme. Schon bei Erwähnung der verbreiterten Wasserstofflinien in den Spectren der Sterne des ersten Typus, war davon die Rede. Bei etwas geringerm Drucke des reinen Stickstoffs einer Atmosphäre, erzeugt der Inductionsfunke ein Spectrum, dessen hellste Linie mit *a* des Nebels genau coincidirt, doch erscheint diese nicht als Doppellinie, wie die des Stickstoffs. Schlägt der Funken aber durch atmosphärische Luft, so zeigt sich eine Linie, welche der Nebellinie *a* entspricht, „so dass unter diesen Verhältnissen das Stickstoffspectrum aufs Genaueste den Spectren der Nebelflecke gleicht." Selbst als Doppellinie erscheint sie nun nicht mehr. Plücker*) hat nachgewiesen, dass wenn man einen sehr heissen Inductionsfunken anwendet, die Doppellinie zu einem ungetheilten Bande zusammenfliesst. Frankland und Lockyer**) dagegen glauben constatirt zu haben, dass das Spectrum des Stickstoffs bei niedriger Temperatur und geringem Druck nur aus einer einzigen Linie im Grün besteht. Auch bestätigten diese, sowie Secchi, dass wenn der glühende Stickstoff in der Geissler'schen Röhre hinreichend weit von dem Spalt des Spectroskops entfernt ist, nur ein monochromatisches Spectrum des Stickstoffs wahrnehmbar ist und selbst keine Doppellinie entsteht.

So hat denn die Interpretation dieser Erscheinungen in Bezug auf die Nebelspectren zu entgegengesetzten Resultaten geführt. Während Frankland und Lockyer***) annehmen, die Temperatur der Nebel sei niedriger als die der Sonne und die Dichtigkeit ihrer Gase ausserordentlich gering, glaubt Secchi †), dass die Nebel, welche die grüne Linie hervorbringen, eine sehr hohe Temperatur haben müssen. Es ist, wie Secchi ††) gezeigt, selbst gar nicht nöthig, anzunehmen, dass, beeinflusst von Druck und Hitze, Wasserstoff und Stickstoff nicht in dem gewöhnlichen Zustande in den Nebeln enthalten seien, so dass sie dadurch verhindert würden, mehr als eine Schwingung zu machen. Die Erscheinung wird nur durch die Verschiedenheit des Glanzes bedingt. So zeigt eine Geissler'sche Wasserstoffröhre die bekannten drei Linien; schwächt man aber das Licht durch Reflexion, etwa mit weissem Papier, so verschwinden $H\alpha$ und $H\gamma$. Photometrische Messungen zeigten auch, dass diese Linien viel lichtschwächer sind, als $H\beta = F$ des Sonnenspectrums. So ist es auch bei den Nebeln; wir sehen bei diesen nur die lichtstärksten Linien, und mit noch stärkeren Instrumenten wird es vielleicht noch möglich, auch die schwächeren wahrzunehmen.

Sicherlich kann die Gegenwart einer Linie im Spectrum genügen,

---

*) Pogg. Ann. B. 103, p. 88. B. 104, p. 113, 622. B. 105, p. 67. B. 107, p. 77, 415.
**) Proc. R. Soc. V. 17, 453. V. 18, p. 79.
***) Compt. rend. T. 68, p. 1519.
†) Compt. rend. T. 69, p. 165.
††) Ebendas. T. 66, p. 643.

um die Gegenwart eines Elementes zu erkennen; da man aber in den Nebelspectren keine Linien sieht, die heller sind als $H\beta$, so darf man an der Gegenwart aller Körper zweifeln, die hellere Linien als diese hervorbringen. Auch ist die Einfarbigkeit der Nebel vielleicht nur scheinbar; andere Linien sind für uns möglicherweise unsichtbar, weil sie zu schwach sind. Jedenfalls aber wirken Wasserstoff, Stickstoff und die dritte unbekannte Substanz in den Nebeln durch directe Radiation im glühenden Zustande, und nicht durch Absorption wie in den meisten Sternen.

Zur Beobachtung der Nebelspectren ist nicht die Zeit des Neumondes erforderlich, denn selbst bei Vollmond ist, wie Secchi fand, das Spectrum in manchen Partien sehr lebhaft. Dies führte ihn auf den Gedanken, mit Hülfe dieses Umstandes die Lichtstärke in den einzelnen Theilen des Orionnebels zu schätzen, um so die Structur desselben genauer zu erkennen, die bei gewöhnlichen Beobachtungen unbeachtet bleibt. In den Nächten ohne Mondschein leuchteten auch die weniger intensiven Theile des Nebels, aber die stärksten gleichen nahezu auch den schwächeren und es entsteht ein gleichmässiges Licht, in welchem viele Details verloren gehen. Bei Mondschein dagegen treten zwei Stellen besonders hervor, von welchen eine der Umgebung des Trapezes entspricht. Durch solche Beobachtungen unter verschiedenen Lichtverhältnissen, erklären sich wohl auch manche Verschiedenheiten, die sich bei den Beobachtungen verschiedener Forscher zeigen. Auch können dabei atmosphärische und klimatische Ursachen von Einfluss sein, die Grösse des Spaltes am Spectroskop und andere äusserliche Verhältnisse, die aber auf die Erfolge von wesentlicher Einwirkung sein müssen.

Huggins hat bei den folgenden 19 Nebelflecken ein Linienspectrum gefunden:

Sir John Herschel's Generalcatalog *).	Andere Cataloge.	Sternbild.
Nr. 4373	37 W. Herschel IV.	im Drachen.
4390	6 Struve.	Stier des Poniatowsky.
4514	73 H. IV.	Schwan.
4510	51 H. IV.	im Schützen.
4628	1 H. IV.	Wassermann.
4447	57 Messier.	Ringnebel der Leyer.
4964	18 H. IV.	Friedrichsehre.
4532	27 Messier.	Dumb-bell im Fuchs.
1189	—	Orionnebel.
2102	27 H. IV.	Hydra.
4234	5 Struve.	Herkules.
4403	17 Messier.	Schütze.
4572	16 H. IV.	Pfeil.
4499	38 H. VI.	Adler.
4827	705 H. II.	Cepheus.
4627	192 H. I.	„
385	76 Messier.	Perseus.
386	193 H. I.	„
2343	97 Messier.	Grosser Bär.

Anders dagegen verhalten sich die Sternhaufen und die deutlich auflösbaren Nebelflecken. Bei ihnen bemerkt man ein continuirliches Spectrum von grösserer oder geringerer Länge; sie senden also nicht Licht aus von ein bis drei oder vier verschiedenen Wellenlängen, sondern solches, das, wie bei den Fixsternen, einen allmäligen Uebergang von einer Wellenlänge zur folgenden zeigt. Ob auch hier dunkle Absorptionslinien und Streifen entstehen, wie bei den Fixsternen, konnte wegen der Lichtschwäche noch nicht entschieden werden; einige scheinen in verschiedenen Theilen ungleich glänzend zu sein. Jedenfalls aber lässt sich aus ihrem Spectrum erkennen, dass diese leuchtenden Nebelflecken Sternhaufen sind und das Licht von einem oder mehreren festen oder flüssigen im glühenden Zustande befindlichen Kernen ausstrahlt.

*) Phil. Trans. 1864, T. 154, p. 1.

Bei den folgenden 38 Nebelflecken hat **Huggins** ein continuirliches Spectrum beobachtet:

Sir John Herschel's Generalcatalog.	Andere Cataloge.	Sternbild.
Nr. 4294	92 Messier.	Herkules.
4244	50 W. Herschel IV.	"
116	31 M.	Gr. Andromeda-Nebel.
117	32 M.	Kl. Andromeda-Nebel.
428	—	55 Andromeda.
826	2 H. IV.	Eridanus.
4670	15 M.	Pegasus.
4678	18 H. V.	Wassermann.
105	18 H. V.	Andromeda.
307	151 H. I.	Fische.
575	156 H. I.	Perseus.
1949	81 M.	Grosser Bär.
1950	82 M.	" "
3572	51 M.	Jagdhunde.
2841	43 H. V.	Grosser Bär.
3474	63 M.	Jagdhunde.
3636	3 M.	"
4058	215 H. I.	Drache.
4159	1945 John Herschel.	Herkules.
4230	13 M.	"
4238	12 M.	Ophiuchus.
4244	50 H. IV.	Herkules.
4256	10 M.	Ophiuchus.
4315	14 M.	"
4357	199 H. II.	"
4473	44 Auwers.	Jungfrau.
4437	11 M.	Sobieski's Schild.
4441	47 H. I.	" "
4586	2081 John Herschel.	Delphin.
4625	52 H. I.	"
4600	15 H. V.	Schwan.
4760	207 H. II.	Pegasus.
4815	53 H. I.	"
4821	233 H. II.	"
4879	251 H. II.	"
4883	212 H. II.	"
4627	192 H. I.	Cepheus.

So zeigt der glänzende kugelige Sternhaufen Nr. 4294, im Herkules, wenn das helle Centrum vor den Spalt gebracht wird, ein schwaches Farbenband wie von einem Stern, und erstreckt sich, zwischen *C* und *D* beginnend, fast bis *G*. Doch ist es zu schwach, um Absorptionslinien darin zu erkennen. Nr. 4244, auch im Herkules und glänzend, gross und rund. giebt ebenfalls ein sternartiges Spectrum ohne Andeutung von hellen Linien. Wird der hellste Theil des Andromeda-Nebels, Nr. 116, vor den Spalt des Spectroskops gebracht, so zeigt sich ein Spectrum von *D* bis *F*. Es scheint das Licht im Orange plötzlich abgeschnitten, was wahrscheinlich von der geringern Lichtstärke dieses Theiles des Spectrums herrührt; auch hier treten keine hellen Linien auf. Nr. 117 ist der kleine, sehr helle Begleiter des vorgenannten grossen Andromeda-Nebels und zeigt dasselbe Spectrum wie dieser. Der Nebelstern Nr. 428, 55 Andromedae, bei dem Lord Rosse trotz achtmaliger Beobachtung keine Nebelatmosphäre wahrnehmen konnte, dem aber Sir J. Herschel eine starke Atmosphäre zuschreibt, gibt ein Spectrum, das dem eines gewöhnlichen Sternes gleicht.

Obgleich die astronomischen Spectralapparate eine hohe Vollkommenheit erreicht haben, so ist in Bezug auf diese Himmelskörper doch noch nicht entschieden, ob das Farbenband, das als continuirliches Spectrum bezeichnet wurde, wirklich ein solches auch nur in dem Sinne ist, wie es die Sonne und die Fixsterne geben. Im Gegentheile ist es möglich und selbst wahrscheinlich, dass wenigstens ein Theil dieser Nebel ein, aus vielen hellen Linien bestehendes Spectrum liefere, wie das von anderen nur aus einer bis drei Linien besteht; dafür spricht z. B. das erwähnte Spectrum des Andromeda-Nebels, Nr. 116, das im Orange plötzlich aufhört, wo also nur Licht ausgestrahlt wird, das die ungefähre Brechbarkeit von *D* und eine stärkere hat; die vermutheten Absorptionslinien können eben so gut Lücken in dem ausgestrahlten Licht entsprechen.

Doch nicht von allen Nebeln mit ununterbrochenem Spectrum kann vermuthet werden, dass dies immer scheinbar sei; seine einzelnen Partien sind ungleich hell und in diesen müsste dann, wenn der Spalt enger gestellt wird, eine Reihe von hellen Linien mit grösserer Schärfe auftreten. Jedenfalls aber werden die Spectren wirklich auflösbarer Sternhaufen zusammengesetzt sein aus den Lichtstrahlen der constituirenden Lichtpunkte. Wenn aber in Nebeln durch das Teleskop derartige haufenartig zusammengestellte Lichtpunkte entdeckt werden, so ist auch dies nicht ein absolut sicheres Anzeichen, dass jene Himmelskörper aus wirklichen Sternen bestehen. Es ist daher von Interesse, zu untersuchen, in wie weit die spectralanalytische mit der teleskopischen Untersuchung der Nebel übereinstimmt. Lord Oxmantown hat die spectralanalytischen Untersuchungen der Nebel durch Huggins, verglichen mit den teleskopischen Untersuchungen; danach liefern:

	Ein Farbenband: (contin. Spectr.).	Lichtlinien: (Gasspectr.).
Sternhaufen	10	0
Aufgelöste oder zweifelhaft aufgelöste Nebel	5	0
Auflösbare oder zweifelhaft auflösbare Nebel	10	6
{ Blaue oder grüne, nicht auflösliche Nebel	0	4
{ Keine Auflöslichkeit angedeutet	6	5
	31	15
Nicht von Lord Rosse beobachtet	10	4
	41	19

Wir finden sonach eine schlagende Uebereinstimmung der teleskopischen mit den spectroskopischen Untersuchungen. Die Hälfte der Nebel, welche ein continuirliches Spectrum liefern, sind auch in Sternhaufen auflöslich und ungefähr ein Drittel weiter wahrscheinlich auflöslich, während von den Nebeln mit Linienspectren, von Lord Rosse keine mit Sicherheit aufgelöst wurden.

Am südlichen Himmel hat Lieutenant John Herschel*) spectroskopische Untersuchungen der Nebelflecken angestellt. Aber gerade diese zeigen, mit wie ausserordentlichen Schwierigkeiten solche Beobachtungen verbunden sind. Ausgerüstet mit vorzüglichen Instrumenten zur Beobachtung der grossen Sonnenfinsterniss im August 1868, an einem besonders günstigen Beobachtungsorte in Indien und selbst ein geübter und zuverlässiger, mit der Spectralanalyse vertrauter Astronom, erzielte J. Herschel doch nur verhältnissmässig geringe Resultate. Einige Beispiele werden dies zeigen.

Nr. 3531, kugeliger Sternhaufen, ω Centauri. Mit blossem Auge ist ein grosser eiförmiger Sternhaufen zu sehen, der gegen die Mitte zu heller ist. Als Spectrum erscheint ein unentschiedener Nebel ohne Linien.

Nr. 2197. Grosser Nebel im Argus. Im Spectrum sind Linien sichtbar, aber nicht deutlich genug, um sie zu trennen.

Nr. 2017. Sehr heller und grosser planetarischer Nebel. Er ist schwer im Spectroskop zu finden und dessen Spalt sehr weit. Es entsteht ein ununterbrochenes Spectrum mit einem Lichtfleck ziemlich in der Mitte oder $^2/_5$ vom rothen Ende.

Nr. 2581. Kleiner, runder, planetarischer Nebel mit blauem Lichte. Im Spectroskop ist eine ziemlich scharfe und glänzende kurze Linie deut-

*) Proc. R. Soc. Vol. 16, p. 417, 451.

lich zu erkennen; ausserdem noch eine schwächere und brechbarere Linie.

Nr. 4083. Sehr grosser und glänzender, kugeliger Haufen, der in der Mitte sehr gedrängt ist; im Teleskop erscheint er als schwach ovaler Nebelball. Das Spectroskop zeigt ein schwaches continuirliches Spectrum von beträchtlicher Länge, aber von Linien ist keine Spur angedeutet.

Nr. 4173 ist leicht im Teleskop zu sehen, wurde aber mit dem Spectroskop während zwei Stunden vergebens gesucht.

Nr. 4390. Sehr glänzender, kleiner, planetarischer Nebel, der im Spectroskop eine kurze glänzende Linie mit einer schwächern gegen Violett zeigt; eine dritte Linie war zu vermuthen.

Nr. 2102. Sehr glänzender, wenig ausgedehnter, planetarischer Nebel. Im Spectroskop erscheinen eine glänzende und eine schwache Linie; die erwartete dritte wurde nicht gesehen.

Nr. 1179, der Orionnebel, der zur Vergleichung beobachtet wurde, zeigte deutlich drei Linien und nur diese drei.

J. Herschel führt seine Liste weiter, ohne dass es nöthig ist, ihm zu folgen, denn sehr oft bringen selbst deutlich sichtbare Nebel, noch mehr aber lichtschwache, gar kein Spectrum hervor. „Nichts gesehen“ wiederholt sich in den verschiedensten Variationen und nur selten erkennt er die einzelnen Linien oder ein schwaches Farbenband.

Auch die Bemühungen von Huggins*), die Lichtmenge der Nebel photometrisch zu bestimmen, indem er sie mit dem Lichte einer bestimmten Versuchskerze verglich, die in einer bestimmten Entfernung brennt, lieferten nur ungenügende Resultate.

Eine der merkwürdigsten Anwendungen des Spectroskops bei der Untersuchung des Fixsternhimmels ist die zur Erkennung einer Bewegung bei einem Fixsterne.

Wie die Höhe eines Tones abhängig ist von der Anzahl der Schallwellen, welche in einer bestimmten Zeit das Ohr treffen, so werden auch die verschiedenen Farben durch die verschiedene Schnelligkeit der Wellenschwingungen des Lichtäthers hervorgebracht. Doppler**) hat schon 1841 darauf aufmerksam gemacht, dass ein Ton sich ändern müsse, wenn der tönende Körper sich dem Hörer rasch nähert, oder sich von ihm rasch entfernt. Der directe Versuch hat dies bestätigt. Ebenso muss auch die Farbe sich ändern, wenn eine Lichtquelle sich rasch auf den Beobachter zu bewegt; es werden dann in einer Zeiteinheit mehr Lichtwellen die Netzhaut treffen, als wenn dieselbe Lichtquelle sich von dem Beobachter entfernt. Doppler erklärte auf diese Weise die Farben der Fixsterne, indem er annahm, dass die Geschwindigkeit dieser Sterne nicht verschwindend klein sei gegen die des Lichts.

---

*) Philos. Mag. (4) Vol. 31, 399, 475.
**) Abh. böhm. Ges. II. 465.

Das violette Licht macht die meisten, das rothe Licht die geringste Anzahl von Schwingungen in einer Zeiteinheit; es wird also das violette Licht bei den annähernden, das rothe bei den sich entfernenden Sternen vorherrschend sein. Nehmen wir an, ein Stern nähere sich mit der halben Geschwindigkeit des Lichts dem Beobachter, so wird sich seine Farbe um eine Octave, wenn der in der Akustik übliche Ausdruck festgehalten werden darf, steigern, also von Roth in Violett übergehen. Entfernt sich dagegen der Stern mit der Geschwindigkeit des Lichts von dem Beobachter, so wird sich seine Farbe um eine Octave herabstimmen und ein violetter Stern roth erscheinen. Für kleinere Geschwindigkeiten ergeben sich dann andere Farbenveränderungen, aber immerhin muss die Differenz in der Anzahl der Aetherwellen gross genug sein, um noch von dem Auge durch den verschiedenen Reiz auf die Netzhaut empfunden zu werden.

Dazu kommt aber noch, dass ausser den Lichtwellen von leuchtenden Körpern auch Aetherwellen erzeugt werden, welche kürzer sind als die des violetten und länger, als die des rothen Lichtes. Unsere Augen können sie nicht wahrnehmen, wohl aber wirken sie auf chemische Agentien und auf das Thermoskop. Entfernt sich die Lichtquelle, so können sich die chemisch activen Wellen in Licht umsetzen, und dasselbe ist mit den Wärmewellen der Fall, wenn sich die Lichtquelle nähert. Dadurch aber kann der Effect einer Farbeänderung unmerklich werden.

Anders aber verhält es sich mit den Strahlen, welche durch Verbrennung von bestimmten Substanzen in leuchtenden Körpern erzeugt werden. Eine Substanz (Wasserstoff), welche die Linie *F* des Spectrums mit einer Wellenlänge von 486,52 *) Milliontel Millimeter hervorbringt, würde sie auch bei einer Bewegung des Sterns erzeugen, aber ihre Lage müsste sich ändern; denn während das vibrirende Molecül, welches sie hervorruft, in der ihm eigenen und unveränderlichen Zeit schwingt, wurde die Welle verlängert oder verkürzt durch die Bewegung des Ausstrahlungspunktes; es musste sich also seine Brechbarkeit ändern. Es müsste die Linie *F* nach *E* rücken, wenn die Wellenlänge auf 527,4 Milliontel Millimeter wüchse, sie rückte also in das Grün. Um eine solche Veränderung zu bewirken, müsste sich der Stern mit einer Geschwindigkeit von 31 000 Kilometern in der Secunde entfernen, oder da die Erde in derselben Zeit nur 30,4 Kilometer zurücklegt, so müsste der Stern eine 1000 mal grössere Geschwindigkeit haben.

Wir erkennen daraus, dass nicht nur die genaue Bestimmung der Wellenlängen für die einzelnen Theile des Spectrums, um welche sich einzelne Forscher **) besondere Verdienste erworben haben, von grösster Bedeutung sind, sondern auch, dass zur Beobachtung von Linien-

---

*) Nach Angström; nach Ditscheiner 486,87 Milliontel Millimeter.

**) Fraunhofer, van der Willigen, Angström, Ditscheiner, Mascart, Thalén, Gibbs, Bernard u. A.

verschiebungen im Spectrum die ausgezeichnetsten Apparate gehören, um so geringe Differenzen, wie sie zu erwarten sind, wahrnehmen zu können.

Secchi in Rom und Huggins in England richteten ihre Aufmerksamkeit ziemlich gleichzeitig auf diese wichtigen Untersuchungen, letzterer, begünstigt durch ein vorzügliches Instrument*) mit entschieden grösserm Erfolge. Denn nur mit einem Instrumente, das eine sehr stark zerstreuende Kraft hat, kann die jedenfalls nur geringe Verschiedenheit in der Brechbarkeit einzelner Linien, welche durch eine kleine Veränderung in der Wellenlänge hervorgebracht wird, gemessen werden.

Huggins beobachtete auf diese Weise besonders Sirius, der sich durch bedeutende Helligkeit und grosse Intensität der vier Linien seines Spectrums zu derartigen Untersuchungen vor allen eignet, und wies nach, dass die Linie $H\beta$ als starke dunkle Linie auftritt. Vergleicht man sie mit F der Sonne, mit $H\beta$ der Geissler'schen Röhre und mit derselben Linie des Wasserstoffs unter gewöhnlichem Druck, so zeigt es sich, dass die Siriuslinie etwas nach Roth verschoben und zugleich etwas verbreitert ist (Fig. 8). Die letztere Erscheinung wird, wie dies schon mehrfach erwähnt wurde, durch einen höhern Druck des Wasserstoffs in der

Fig. 8.

Violett. Roth.

Wasserstoff unter gewöhnlichem Luftdruck.

Linie F im Sonnenspectrum.

Spectrum des Sirius.

Wasserstoff in der Geissler'schen Röhre.

Siriusatmosphäre hervorgebracht. Es fragt sich nur, ob die Verbreiterung bei Anwachsen des Druckes nach beiden Seiten der Linie F gleichmässig nach links und rechts stattfindet, oder einseitig. Wie Lockyer und Frankland**), so fand auch Huggins, dass die Verbreiterung der Linie $H\beta$ bei zunehmendem Drucke des Wasserstoffs gleichmässig von der Mitte nach beiden Seiten stattfindet, so dass also die ursprüngliche Linie $H\beta$ unverändert in der Mitte liegen bleibt. Auch beim Sirius muss die Linie sich gleichmässig verbreitert haben, aber die Mitte ist gegen Roth verschoben, es muss sich also Sirius von der Erde weg

*) Phil. Trans. 1868, p. 529.
**) Proc. Roy. Soc. XVII, 288, 453. XVIII, 79.

bewegen. Nach Messung von Huggins betrug zur Zeit der Beobachtung die Verminderung der Brechbarkeit des Siriuslichtes an der Stelle $H\beta$ oder F 0,109 Milliontel Millimeter. Beträgt nun die Geschwindigkeit des Lichtes 283,000 Kilometer in der Secunde, und ist die Wellenlänge für $F = 486{,}52$ Milliontel Millimeter, so ergibt sich aus der Verschiebung von F ein Entfernen des Sirius von der Erde, welches mit einer Geschwindigkeit von $\frac{283{,}000 \,.\, 0{,}109}{486{,}52} = 63{,}4$ Kilometer in der Secunde stattfindet.

Doch ist diese Bewegung eine combinirte, denn während der Sirius sich entfernt, kann die Erde sich auf ihn zu oder von ihm weg bewegen. Zur Zeit, als Huggins seine Beobachtungen anstellte, bewegte sich die Erde mit einer Geschwindigkeit von 18,3 Kilometern in der Secunde vom Sirius weg, daher bleibt für die eigenthümliche Siriusbewegung noch 45 Kilometer Geschwindigkeit in der Secunde (vgl. S. 140 bis 142).

Secchi*) untersuchte in ähnlicher Weise einen grossen Theil der Sterne bis zu dritter Grösse abwärts und kam nach häufiger Wiederholung seiner Vergleichungen zu dem Schlusse, dass bei den Sternen vom Typus des Sirius keine messbare Verschiebung der Linie F wahrnehmbar ist. Bei Sternen anderer Typen, z. B. α Orionis, benutzte er andere Linien und besonders die Magnesiumlinie b, die sehr scharf ist; die bis dahin untersuchten Sterne gehörten den Bildern des grossen und kleinen Hundes, des Orion, Löwen, Dreieck, dem Bären, dem Fuhrmanne und der Cassiopeia an; aber auch hier waren die Ergebnisse negativ. Er schliesst daraus, dass bei keinem der untersuchten Sterne die Eigenbewegung 5- bis 6 mal grösser sei als die der Erde.

Bei diesen abweichenden Ergebnissen in den Untersuchungen der zwei geübtesten und sorgfältigsten Beobachter, bleibt es zweifelhaft, ob jetzt schon die Frage nach der Eigenbewegung der Fixsterne gelöst ist oder selbst gelöst werden kann. Die Unsicherheit in den Resultaten wird wesentlich bedingt durch die starke Lichtschwächung, in zahlreichen Prismen, sowie durch die Schwierigkeit, die Coincidenz der hellen Linien irdischer Lichtquellen mit den analogen dunkeln Absorptionslinien der Sternspectren genau zu vergleichen.

Auch bei Huggins waren die Ergebnisse analoger Untersuchungen bei Procyon, Castor, Beteigeuze, Aldebaran und einigen anderen Sternen so unsicher, dass er sie nicht veröffentlichte, um sie nochmals unter, freilich in England sehr seltenen, günstigeren Bedingungen zu wiederholen.

Bei α Lyrae wies Secchi nach, dass die vier schwarzen Linien mit überraschender Genauigkeit zusammenfallen mit den Wasserstofflinien, und dass selbst die brechbarste Linie im Violett sich im Wasserstoffspectrum findet, also überhaupt nicht gezweifelt werden kann, nicht nur dass

*) Compt. rend. 1868, Mrg. 2, 1869, p. 360.

Wasserstoff die absorbirende Atmosphäre dieses Sterns ausmacht, sondern auch, dass α Lyrae keine Eigenbewegung hat, die mit der Geschwindigkeit des Lichts verglichen werden könnte.

Sehr beachtenswerth aber sind die Versuche von Huggins: zu ermitteln, ob sich eine Bewegung der Nebelflecken durch eine Aenderung der Brechbarkeit ihrer Strahlen nachweisen liesse. Huggins*) konnte mit seinem Apparate, der eine Verschiedenheit von 0,0460 Milliontel Millimeter in der Wellenlänge erkennen liess, keine Verschiebung der hellen Stickstofflinie nachweisen und berechnete daraus, dass, wenn die fragliche Linie wirklich von Stickstoff herrührt, sich der Nebel nicht mit einer Geschwindigkeit von 15 Kilometern in der Secunde von der Erde entfernen kann. Hätte der Nebel zur Zeit der Beobachtung eine so starke Rückwärtsbewegung gehabt und sie wäre zur Bewegung der Erde addirt worden, so hätte eine bemerkbare Abweichung von der Coincidenz der beiden Linien stattfinden müssen. Hätte aber der Nebel eine Bewegung gegen unsere Erde hin mit einer Geschwindigkeit von 38 Kilometern in der Secunde, so würde sie maskirt durch die entgegengesetzte Bewegung der Erde und wäre so wieder nicht wahrnehmbar durch eine Nichtcoincidenz der zwei Linien.

Inzwischen haben die neuesten Untersuchungen von J. J. Müller über den Einfluss der Intensität des Lichtes auf die Fortpflanzungsgeschwindigkeit desselben, gelehrt, dass man nur dann aus der Verschiebung der Spectrallinien mit Sicherheit auf die Bewegung der Lichtquelle schliessen darf, wenn die Richtung und Geschwindigkeit dieser Bewegung sich übereinstimmend aus der Verschiebung mehrerer Linien ergibt. (Ber. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. zu Leipzig, 1871, I.)

Jedenfalls ist nur eine Verschiebung der astronomischen, nicht aber der tellurischen Linien im Spectrum möglich. Wenn nun mit Zöllner's neuem Reversionsspectroskop **) jede Verschiebung absolut genau erkannt und gemessen werden kann, so werden damit nicht nur die tellurischen von den astronomischen Spectrallinien genau unterscheidbar, sondern auch durch dieses Instrument die Untersuchungen der Eigenbewegungen der Sterne in ein neues Stadium treten.

Die Resultate der spectroskopischen Untersuchungen des Fixsternhimmels lassen sich demnach in die folgenden wenigen Sätze zusammenfassen:

1. Nicht der lichtabsorbirenden Erdatmosphäre ist die Verschiedenheit der Sternspectren zuzuschreiben.

2. Die meisten Fixsterne haben, ihrer physikalischen Natur nach, sehr grosse Aehnlichkeit mit der Sonne. Das Licht geht von einem glühenden Kerne aus und wird zum Theil durch eine Atmosphäre absorbirt.

---

*) Phil. Trans. 1868, p. 529.

**) Pogg. Ann. 1869, H. 9. p. 32.

3. Die Fixsterne und die verwandten Himmelskörper zeigen stoffliche Gemeinsamkeit mit Sonne und Erde.

4. Die Verschiedenheiten bei den Fixsternen sind verhältnissmässig so gering, dass alle in vier verschiedene Gruppen (Typen) eingetheilt werden können. Die Ursache der Verschiedenheit ist wesentlich in den Bestandtheilen und der physikalischen Constitution ihrer Atmosphären zu suchen.

5. Die wirklichen Nebelflecke bestehen aus einem glühenden Gasgemenge; sehr ähnlich ist das Material vieler Kometenkerne, aber nicht der Kometenschweife.

6. Vielfach finden sich in derselben Gegend des Himmels Sterne, welche ein gleiches spectroskopisches Verhalten zeigen, also auch materiell verwandt sein müssen.

7. Die Farbe der Fixsterne wird bedingt durch die lichtabsorbirende Kraft ihrer Atmosphäre, welche wieder von deren chemischer Constitution abhängig ist.

8. Auf den meisten Himmelskörpern ist dem Wasserstoffe eine Hauptrolle zugewiesen; aber nur in sehr seltenen Fällen ist er selbstleuchtend.

9. Der Wechsel in der Lichtstärke der meisten Veränderlichen ist begleitet von Veränderungen in den Absorptionslinien ihrer Spectren.

10. In sehr seltenen Fällen können rasch eintretende und wieder endende, sehr heftige physikalische und chemische Veränderungen auf einem Sterne von zeitweisem Einflusse auf dessen Lichtemission sein.

11. Nicht alle leuchtenden Punkte des Sternhimmels können als wirkliche Sterne angesehen werden.

12. Die Eigenbewegung der Fixsterne ist spectroskopisch noch unentschieden.

Berichtigungen und Zusätze.

Seite 6 Zeile 18 von oben lies: Hell statt Hall.
„ 49 „ 13 von unten lies: Beurtheilungen statt Beurtheilung.
„ 54 „ 6 von oben lies: 7·8 statt 7.,8.
„ 152. Eine neue und sehr zuverlässige Bestimmung der Parallaxe von α Lyrae hat Brünnow in Dublin mittels des prächtigen, 12 zölligen Refractors von Cauchoix geliefert (Astron. Observations and Researches made at Dunsink, First Part. Dublin 1870). Die Beobachtungen umfassen die Zeit von 1868, Juni 13. bis 1869, August 27. und beziehen sich auf die Messung von Distanzen und Positionswinkeln, gegen den, schon von den beiden Struve bei der gleichen Untersuchung benutzten, Begleiter 9. Gr. in 47″ Distanz. Als Endresultat der in ausgezeichnetem Grade übereinstimmenden Messungen ergibt sich aus den Distanzen und Positionswinkeln:

$$\pi = 0'',2061, \text{ wahrsch. Fehler } \pm 0'',0084,$$

also die Entfernung 1000800 Erdbahnradien.

Wenn man vorstehenden Werth der Parallaxe mit den älteren Bestimmungen zu einem Mittel vereinigt, so würde sich die Parallaxe:

$$\pi = 0'',180 \pm 0'',007$$

finden, entsprechend einer Distanz von 1146000 Erdbahnhalbmessern. — Auch über den Stern 5. Gr. 61 σ Draconis, dessen jährliche Eigenbewegung 1″,87 beträgt, hat Prof. Brünnow Beobachtungen zur Ermittelung der Parallaxe angestellt. Es fand sich als erste Näherung:

$$\pi = 0'',2250 \pm 0'',0279,$$

also die Entfernung 916750 Radien der Erdbahn.

Doch ist die Untersuchung noch keineswegs abgeschlossen, sondern wird von Brünnow behufs definitiver Bestimmung der Parallaxe dieses Sternes fortgesetzt.

Seite 166 Zeile 6 von unten lies: 415,11 Jahre statt 280,6 Jahre.
„ 206 „ 12 von unten lies: Nr. 1528 statt Nr. 1523.
„ 352. Unlängst hat Le Sueur mit dem Spectroskope des grossen Spiegelteleskops zu Melbourne, im Spectrum von η Argus helle Linien erkannt, von denen eine wahrscheinlich mit C, die andere mit F und die dritte mit der grünen Stickstofflinie zusammenfällt, während eine gelbe Linie nahe bei D liegt, aber noch schärfer bestimmt werden muss. Die Gegenwart von Wasserstoff kann also kaum bezweifelt werden, während das Vorkommen von Stickstoff, Magnesium und Natrium wenigstens wahrscheinlich ist. Während das Teleskop den Stern unmittelbar von dichtem Nebel umhüllt zeigt, zeigte das Spectroskop erst in einiger Entfernung die helle Nebellinie.

SPECTREN DER FIXSTERNE UND NEBELFLECKEN.

Bänden. Zweite wesentlich verbesserte und vermehrte Auflage. gr. 8. Fein Velinpap. geh.

Erster Band: Theorie und allgemeine Beschreibung des Mikroskopes. Mit 134 in den Text eingedruckten Holzstichen und einer Tafel in Farbendruck. Preis 1 Thlr. 15 Sgr.

Zweiter Band: Gebrauch des Mikroskopes. Mit 104 in den Text eingedruckten Holzstichen. Preis 1 Thlr. 25 Sgr.

Dritter Band: Geschichte und gegenwärtiger Zustand des Mikroskopes. Mit 231 in den Text eingedruckten Holzstichen. Preis 2 Thlr.

Harting, Prof. P., Die gebräuchlichsten mikroskopischen Maasse in Decimalbrüchen und in gemeinen Brüchen. Für praktische Mikroskopiker. Separatabdruck aus Harting's Werke über das Mikroskop. gr. 8. geh. Preis 10 Sgr.

Heinen, Dr. Franz, Ueber einige Rotations-Apparate, insbesondere den Fessel'schen. Mit in den Text eingedruckten Holzstichen. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 20 Sgr.

Hellmuth, J. H., Elementar-Naturlehre für Lehrer an Seminarien und Volksschulen, sowie zum Schul- und Selbstunterricht. Methodisch und durchaus neu bearbeitet von E. Reichert. Siebenzehnte Auflage. Mit 536 in den Text eingedruckten Holzstichen und einer farbigen Spectraltafel. gr. 8. Fein Vepapier. geh. Preis 1 Thlr. 10 Sgr.

Helmholtz, H., Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik. Mit in den Text eingedruckten Holzstichen. Dritte Ausgabe. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 3 Thlr. 15 Sgr.

Helmholtz, H., Populär wissenschaftliche Vorträge. Mit 25 in den Text eingedruckten Holzstichen. gr. 8. Fein Velinpapier. geh.

Erstes Heft. Preis 25 Sgr.

Zweites Heft. Preis 1 Thlr. 5 Sgr.

Kellner, C., Das orthoskopische Ocular, eine neu erfundene achromatische Linsencombination, welche dem astronomischen Fernrohr, mit Einschluss des dialytischen Rohrs, und dem Mikroskop bei einem sehr grossen Gesichtsfeld ein vollkommen ungekrümmtes, perspectivisch richtiges, seiner ganzen Ausdehnung nach scharfes Bild ertheilt, sowie auch den blauen Rand des Gesichtsraumes aufhebt; zugleich als Anleitung zur Kenntniss aller Umstände, welche zu einer maassgebenden Beurtheilung und richtigen Behandlungsart der optischen Instrumente, insbesondere des Fernrohrs, durchaus nöthig sind. Nebst einem Anhang: Zur Kenntniss und genauen Prüfung der Libellen oder Niveaus, von M. Hensoldt. Mit in den Text eingedruckten Holzstichen. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 15 Sgr.

Klein, Hermann J., Handbuch der allgemeinen Himmelsbeschreibung vom Standpunkte der kosmischen Weltanschauung dargestellt. Das Sonnensystem, nach dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft. Mit drei Tafeln Abbildungen. gr. 8. Fein Velinpapier. geh.

Zweite Auflage. Preis 2 Thlr.

Klein, Hermann J., Entwickelungsgeschichte des Kosmos nach dem gegenwärtigen Standpunkte der gesammten Naturwissenschaften. Mit wissenschaftlichen Anmerkungen. gr. 8. Fein Velinpapier. geh. Preis 1 Thlr.

Klinkerfues, Dr. W., Theoretische Astronomie. gr. 8. Fein Velinpapier. geh. Erste Abtheilung. Preis 1 Thlr. 15 Sgr.

Lang, Victor von, Einleitung in die theoretische Physik. Mit in den Text eingedruckten Holzstichen. gr. 8. Fein Velinpap. geh.

Erstes Heft. Mechanik, Schwere, Magnetismus und Elektricität. Preis 1 Thlr. 5 Sgr.

Zweites Heft. Licht. Preis 1 Thlr.

Mohr, Dr. Friedrich, Allgemeine Theorie der Bewegung und Kraft, als Grundlage der Physik und Chemie. Ein Nachtrag zur mechanischen Theorie der chemischen Affinität. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 25 Sgr.

Müller-Pouillet, Lehrbuch der Physik und Meteorologie. Siebente umgearbeitete und vermehrte Auflage. In zwei Bänden. Mit 1798 in den Text eingedruckten Holzstichen, 15 Stahlstich-Tafeln, zum Theil in Farbendruck, und einer Photographie. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 10 Thlr.

Müller, Prof. Dr. Joh., Supplemente zur ersten Auflage von Müller-Pouillet's Lehrbuch der Physik und Meteorologie. Mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzstichen. gr. 8. Velinpap. geh. Preis 1 Thlr.

———, Desgleichen zur zweiten Auflage etc. etc. gr. 8. Velinpap. geh. Preis 15 Sgr.

Müller, Prof. Dr. Joh., Lehrbuch der kosmischen Physik. Zugleich als dritter Band zu sämmtlichen Auflagen von Müller-Pouillet's Lehrbuch der Physik. Dritte umgearbeitete und vermehrte Auflage. Mit 385 in den Text eingedruckten Holzstichen und 25 dem Texte beigegebenen, sowie einem Atlas von 40 zum Theil in Farbendruck ausgeführten Tafeln. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 7 Thlr. 10 Sgr.

Müller, Prof. Dr. Joh., Bericht über die neuesten Fortschritte der Physik. In ihrem Zusammenhange dargestellt. In zwei Bänden. Mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzstichen. Erster Band complet. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 5 Thlr.

Müller, Prof. Dr. Joh., Grundriss der Physik und Meteorologie. Für Lyceen, Gymnasien, Gewerbe- und Realschulen, sowie zum Selbstunterrichte. Zehnte vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 576 in den Text eingedruckten Holzstichen und einer Spectraltafel in Farbendruck. Mit einem Anhange: Physikalische Aufgaben enthaltend. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 2 Thlr.

Müller, Prof. Dr. Joh., Mathematischer Supplementband zum Grundriss der Physik und Meteorologie. Zweite vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 230 in den Text eingedruckten Holzstichen. Nebst besonders gedruckten Auflösungen. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 1 Thlr. 15 Sgr.

Müller, Prof. Dr. Joh., Auflösungen der Aufgaben des Grundrisses der Physik und Meteorologie, sowie des dazu gehörigen mathematischen Supplementbandes. Zweite Auflage. Mit in den Text eingedruckten Holzstichen. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 15 Sgr.

Müller, Prof. Dr. Joh., Anfangsgründe der geometrischen Disciplinen für Gymnasien, Real- und Gewerbeschulen, sowie auch zum Selbstunterrichte. gr. 8. Fein Velinpap. geh. In drei Theilen.

Erster Theil: Elemente der ebenen Geometrie und Stereometrie. Dritte verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 143 in den Text eingedruckten Holzstichen, einer Maassstabstafel und einer Tafel mit vier Transporteuren. Preis 15 Sgr.

Zweiter Theil: Elemente der ebenen und sphärischen Trigonometrie. Zweite verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 25 in den Text eingedruckten Holzstichen und einer Tafel mit Netzen. Preis 10 Sgr.

Dritter Theil: Elemente der analytischen Geometrie in der Ebene und im Raum. Mit 90 in den Text eingedruckten Holzstichen und einer Tafel mit Netzen. Preis 15 Sgr.

Müller, Prof. Dr. Joh., Grundzüge der Krystallographie. Zweite vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 159 in den Text eingedruckten Holzstichen. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 15 Sgr.

Müller, Dr. Eduard, Elemente der Geometrie. Streng systematisch dargestellt. Mit in den Text eingedruckten Holzstichen. gr. 8. Fein Velinpapier. geh.

Erster Theil: Grundvorstellungen der Geometrie. Preis 10 Sgr.

Zweiter Theil: Geometrische Formenlehre. Preis 15 Sgr.

Müller, Dr. H., Die Keppler'schen Gesetze. Eine neue elementare Ableitung derselben aus dem Newton'schen Anziehungsgesetze. Mit in den Text eingedruckten Holzstichen. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 15 Sgr.

Nell, Dr. A. M., Der Planetenlauf, eine graphische Darstellung der Bahnen der Planeten, um mit Leichtigkeit ihren jedesmaligen Ort unter den Gestirnen auf eine Reihe von Jahren voraus zu bestimmen. Mit einem Atlas von fünf Tafeln in Stahlstich, Royal-Quart. gr. 8. Sat. Velinpap. geh. Preis 1 Thlr. 5 Sgr.

Oersted, H. C., Der mechanische Theil der Naturlehre. Mit 248 in den Text eingedruckten Holzstichen. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 1 Thlr. 15 Sgr.

Oettinger, Prof. Dr. L., Anleitung zu finanziellen, politischen und juridischen Rechnungen. Ein Handbuch für Staatsmänner, Cameralisten, Kaufleute etc. gr. 8. geh. Preis 1 Thlr. 25 Sgr.

Pressler, Prof. Max. Rob., Der Messknecht und sein Praktikum. Ein populäres Brieftascheninstrument und Handbüchlein zur möglichst einfachen und selbständigen Erledigung mannigfacher Messungs-, Schätzungs- und Rechnungsarbeiten. Für Schulen und Stände aller Art, insbesondere für die der Forst- und Landwirthschaft und des Baugewerbs-, Ingenieur-, Militär-, Maschinen- und Fabrikwesens. Dritte, wesentlich verbesserte und theilweis gänzlich umgearbeitete Auflage. Mit 389 in den Text eingedruckten Holzstichen und dem fertigen Messknechts-Instrumente. 8. Fein Velinpap. Elegant in englisch Leinen gebunden.
Früherer Preis 2 Thlr. 15 Sgr.
Herabgesetzter Preis 1 Thlr. 15 Sgr.

Pressler, Prof. Max. Rob., Der Zeitmessknecht oder der Messknecht als Normaluhr. Ein Brieftascheninstrument und Tabellenwerk zur leichten und bequemen Messung der Zeit und Stellung der Uhren nach der Sonne, sowie zur vereinfachten Ausführung mannigfaltiger bürgerlicher, technischer und wissenschaftlicher Messungs- und Rechnungs-Arbeiten. Für Forst- und Landwirthe, Pfarrer, Lehrer, Behörden, Techniker und Geschäftsleute aller Art, namentlich auf dem Lande und in Provinzialstädten. Zugleich als selbständiges Supplement zu dem grösseren und allgemeineren Messknechtswerke: „Der Messknecht und sein Praktikum". Mit in den Text eingedruckten Holzstichen und einem justirten Messknechtsinstrumente und zwei Schattenstiften. 8. Fein Velinpap. In engl. Leinen gebunden.
Erste Abtheilung: Für Süd- (und Mittel-) Deutschland und alle Länder von gleicher Breitenlage. Früherer Preis 1 Thlr. 5 Sgr.
Herabgesetzter Preis 20 Sgr.
Zweite Abtheilung: Für Nord- (und Mittel-) Deutschland und alle Länder von gleicher Breitenlage. Früherer Preis 1 Thlr. 5 Sgr.
Herabgesetzter Preis 20 Sgr.

Prestel, Dr. M. A. F., Das astronomische Diagramm, ein Instrument, mittelst dessen der Stand und Gang einer Uhr, das Azimuth terrestrischer Gegenstände, die Mittagslinie, die Abweichung der Magnetnadel, der Auf- und Untergang der Gestirne bestimmt und andere Aufgaben der astronomischen Geographie und nautischen Astronomie schnell, sicher und bequem ohne Rechnung gelöst werden können. Für Seefahrer, reisende Geographen, Ingenieure, Feldmesser, Uhrmacher etc., sowie für Freunde der praktischen Astronomie. Die Erklärung des Diagramms umfasst zugleich eine genetische Entwicklung der Grundbegriffe der sphärischen Astronomie, die Beschreibung der tragbaren astronomischen Instrumente, eine Anweisung zu den Beobachtungen und zur geographischen Ortsbestimmung, sowie eine Anleitung, die Aufgaben der sphärischen Astronomie auch durch Rechnung zu lösen. Mit 140 in den Text eingedruckten Holzstichen und dem Instrumente (Diagramm nebst Maassstab) auf zwei Tafeln. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 3 Thlr. 20 Sgr.

Reichenbach, Freiherr v., Dr. ph., Physikalisch-physiologische Untersuchungen über die Dynamide des Magnetismus, der Elektricität, der Wärme, des Lichtes, der Krystallisation, des Chemismus in ihren Beziehungen zur Lebenskraft. Zweite verbesserte Auflage. Mit 2 lithogr. Tafeln und 24 in den Text eingedruckten Figuren. In zwei Bänden. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 1 Thlr. 15 Sgr.

Riemann, Bernhard, Partielle Differentialgleichungen und deren Anwendung auf physikalische Fragen. Vorlesungen. Für den Druck bearbeitet und herausgegeben von K. Hattendorff. gr. 8. Fein Velinpapier. geh.
Preis 2 Thlr.

Roscoe, Prof. H. E., Die Spectralanalyse in einer Reihe von sechs Vorlesungen mit wissenschaftlichen Nachträgen. Autorisirte deutsche Ausgabe, bearbeitet von C. Schorlemmer. Mit 80 in den Text eingedruckten Holzstichen, Chromolithographien, Spectraltafeln etc. gr. 8. Fein Velinpap. geh.
Preis 3 Thlr.

Scheffler, Dr. Hermann, Der Situationskalkul. Versuch einer arithmethischen Darstellung der niederen und höheren Geometrie, auf Grund einer abstrakten Auffassung der räumlichen Grössen, Formen und Bewegungen. Mit 97 in den Text eingedruckten Holzstichen. gr. 8. Fein Velinpap. geh.
Preis 2 Thlr. 15 Sgr.

Scheffler, Dr. Hermann, Sterblichkeit und Versicherungswesen. Mit in den Text eingedruckten Holzstichen und zwei lithographirten Tafeln. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 1 Thlr. 20 Sgr.

Schellen, Dr. H., Der elektromagnetische Telegraph in den Hauptstadien seiner Entwickelung und in seiner gegenwärtigen Ausbildung und Anwendung, nebst einem Anhange über den Betrieb der elektrischen Uhren. Ein Handbuch der theoretischen und praktischen Telegraphie für Telegraphenbeamte, Physiker und das gebildete Publikum. Mit 487 in den Text eingedruckten Holzstichen. Fünfte gänzlich umgearbeitete und bedeutend erweiterte, den neuesten Zuständen des Telegraphenwesens angepasste Auflage. gr. 8. Fein Velinpap. geh.
Preis 4 Thlr. 20 Sgr.

Schlömilch, Prof. Dr. Oskar, Compendium der höheren Analysis. Zwei Bände. Mit in den Text eingedruckten Holzstichen. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Erster Band. Dritte verbesserte Auflage.
Erster Band (vollständig in 2 Lieferungen) Preis 2 Thlr. 15 Sgr.
Zweiter Band (vollständig in 2 Lieferungen). Zweite Auflage. Preis 3 Thlr.

Schmid, Dr. E. E., Physik, anorganische Chemie und Mineralogie. Für Landwirthe bearbeitet. Mit 258 in den Text eingedruckten Holzstichen. gr. 8. Fein Velinpapier. geh. Preis 2 Thlr. 15 Sgr.

Schoedler, Dr. Friedrich, Das Buch der Natur, die Lehre der Physik, Astronomie, Chemie, Mineralogie, Geologie, Botanik, Physiologie und Zoologie umfassend. Allen Freunden der Naturwissenschaft, insbesondere den Gymnasien, Realschulen und höheren Bürgerschulen gewidmet. In zwei Theilen. gr. 8. Fein Velinpapier. geh.

Erster Theil. Achtzehnte Auflage. Physik, Astronomie und Chemie. Mit 407 in den Text eingedruckten Holzstichen, Sternkarten und einer Mondkarte.
Preis 1 Thlr. 10 Sgr.

Zweiter Theil. Achtzehnte Auflage. Mineralogie, Geognosie, Geologie, Botanik, Physiologie und Zoologie. Mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzstichen und einer geognostischen Tafel in Farbendruck. Erste Lieferung.

Schrön, Prof. Dr. Ludwig, Siebenstellige gemeine Logarithmen der Zahlen von 1 bis 108000 und der Sinus, Cosinus, Tangenten und Cotangenten aller Winkel des Quadranten von 10 zu 10 Secunden nebst einer Interpolationstafel zur Berechnung der Proportionaltheile. Elfte revidirte Stereotyp-Ausgabe.

Tafel I. und II.: Die Logarithmen der Zahlen und der trigonometrischen Functionen.
Preis 1 Thlr. $7\frac{1}{2}$ Sgr.

Tafel III.: Interpolationstafel (Supplement zu allen Logarithmentafeln). Preis 15 Sgr.

Tafel I.: Die Logarithmen der Zahlen. (Für Solche, welche Tafeln für trigonometrische Rechnungen nicht nöthig haben.) Preis 20 Sgr.

Schrön, Prof. Dr. Ludwig, Siebenstellige gemeine Logarithmen Ungarische Ausgabe. Zweite Auflage. Imperial-Octav. geh. Preis 1 Thlr. $22\frac{1}{2}$ Sgr.

———, Dasselbe Werk. Dänische Ausgabe.

———, Dasselbe Werk. Holländische Ausgabe.

———, Dasselbe Werk. Englische Ausgabe.

———, Dasselbe Werk. Italienische Ausgabe.

———, Dasselbe Werk. Schwedische Ausgabe.

———, Dasselbe Werk. Französische Ausgabe.

Sommer, Dr. H., Untersuchungen über die Dioptrik der Linsen-Systeme. Mit in den Text eingedruckten Holzstichen. gr. 8. Fein Velinpapier. geh. Preis 1 Thlr. 10 Sgr.

Strauch, Dr. G. W., Praktische Anwendung für die Integration der totalen und partialen Differentialgleichungen. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Erster Band. Preis 3 Thlr.

Tyndall, John, Die Wärme betrachtet als eine Art der Bewegung. Autorisirte deutsche Ausgabe. Herausgegeben durch H. Helmholtz und G. Wiedemann nach der vierten Auflage des Originals. Mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzstichen und einer Tafel. Zweite vermehrte und verbess. Auflage. gr. 8. Fein Velinpapier. geh. Preis 3 Thlr.

Tyndall, John, Der Schall. Acht Vorlesungen gehalten in der Royal Institution von Grossbritannien. Autorisirte deutsche Ausgabe herausgegeben durch H. Helmholtz und G. Wiedemann. Mit 169 in den Text eingedruckten Holzstichen. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 2 Thlr.

Tyndall, John, Faraday und seine Entdeckungen. Eine Gedenkschrift. Autorisirte deutsche Ausgabe, herausgegeben durch H. Helmholtz. gr. 8. Fein Velinpapier. geh. Preis 1 Thlr. 10 Sgr.

Uhde, Prof. Dr. August, Die ebene Trigonometrie zum Gebrauche beim Unterricht und zum Selbststudium. Mit in den Text eingedruckten Holzstichen. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 10 Sgr.

Wallis, J. G. Th., Methodisches Lehr- und Uebungsbuch für die mittlere Stufe des Rechenunterrichts in Gymnasien, Real- und Gewerbeschulen, sowie auch zum Gebrauche in Seminarien und den Ober-Klassen gehobener Volksschulen. Zweiter Cursus für die mittleren Klassen. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 20 Sgr.

Wallis, J. G. Th., Resultate zu den Aufgaben aus dem methodischen Lehr- und Uebungsbuch für den Unterricht im Rechnen. Mittlere Stufe. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 10 Sgr.

Weisbach, Prof. Dr. J., Die neue Markscheidekunst und ihre Anwendung auf bergmännische Anlagen. In 2 Abtheilungen. 4. Fein Velinpap. geh.

Erste Abtheilung: Die trigonometrischen und Nivellir-Arbeiten über Tage. Mit 10 zum Theil colorirten Tafeln in Kupferstich und 79 Abbildungen in Holzstich. Preis 4 Thlr.

Zweite Abtheilung: Die trigonometrischen und Nivellir-Arbeiten unter Tage. Mit 9 zum Theil colorirten Tafeln, einem Titelbilde und 93 in den Text eingedruckten Holzstichen. Preis 4 Thlr.

Weisbach, Prof. Dr. J., Die ersten Grundlehren der höheren Analysis oder Differential- und Integralrechnung. Für das Studium der praktischen Mechanik und Naturlehre möglichst populär bearbeitet. Als Supplement zum ersten und zweiten Bande der ersten Auflage und zum dritten Bande (Mechanik der Zwischen- und Arbeitsmaschinen) von Weisbach's Lehrbuche der Mechanik. Mit 38 in den Text eingedruckten Holzstichen. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 10 Sgr.

Weller, F. E., Ausführliches Lehrbuch der ebenen und körperlichen Geometrie zum gründlichen Unterricht an Bürger-, Real- und Gewerbeschulen, Schullehrer-Seminarien und Gymnasien, sowie zum Selbstunterricht, nach einem streng genetischen Verfahren bearbeitet. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Mit 380 in den Text eingedruckten Holzstichen. Preis 2 Thlr.

Weller, F. E., Methodischer Leitfaden zum gründlichen Unterricht in der Geometrie für Bürger-, Real- und Gewerbeschulen, Schullehrer-Seminarien und Gymnasien bearbeitet. In zwei Abtheilungen. Erste Abtheilung: Ebene Geometrie. Zweite Abtheilung: Körperliche Geometrie. Mit in den Text eingedruckten Holzstichen. 8. Fein Velinpap. geh. Preis jeder Abthlg. 15 Sgr.

Wiedemann, Prof. Gustav, Die Lehre vom Galvanismus und Elektromagnetismus. Mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzstichen. Zweite neu bearbeitete und vermehrte Auflage. gr. 8. Sat. Velinpapier. geh. Erster Band. Erste Abtheilung.



